

755

PRESSE SCIENTIFIQUE

DES

DEUX MONDES

REVUE UNIVERSELLE

DES SCIENCES, DE LA PHILOSOPHIE, DES BEAUX-ARTS

ET DE L'INDUSTRIE

Cinquième année

N° 5. — ANNÉE 1864, TOME SECOND

Livraison du 1^{er} septembre

BUREAUX D'ABONNEMENT

PARIS

LIBRAIRIE AGRICOLE DE LA MAISON RUSTIQUE, RUE JACOB, 26

BRUXELLES. — ÉMILE TARLIER

RUE MONTAGNE-DE-L'ORATOIRE, 5.

LONDRES. — BARTHÈS et LOWE

GREAT MARLBOROUGH STREET

1864

SOMMAIRE

DES ARTICLES CONTENUS DANS LA LIVRAISON DU 1^{er} SEPTEMBRE 1864

| | |
|---|--------------|
| CHRONIQUE DE LA PHILOSOPHIE, par M. CH. FAUVETY..... | PAGES 241 |
| CHRONIQUE DE LA MÉDECINE ET DE LA PHARMACIE, par M. N. PASCAL..... | 249 |
| L'ÉCLAIRAGE A L'HUILE DE PÉTROLE (suite), par M. le D ^r CONSTANTIN PAUL..... | 259 |
| MÉMOIRE SUR LES ENGRAIS EN GÉNÉRAL ET SUR LE PHOSPHO- GUANO EN PARTICULIER, par M. J.-A. BARRAL..... | 267 |
| DU MATÉRIALISME ET DU SPIRITUALISME (suite), par M. ALPH. LE- BLAIS..... | 296 |



NOTA. — Tous les articles de la *Presse scientifique des deux mondes* étant inédits, la reproduction en est interdite, à moins de la mention expresse qu'ils sont extraits de ce recueil.

CHRONIQUE DE LA PHILOSOPHIE ¹

LE MOUVEMENT RELIGIEUX AU SEIN DU PROTESTANTISME

(Suite)

Avant de terminer cet aperçu du mouvement religieux au sein du protestantisme, nous devons dire un mot de quelques tentatives de conciliation religieuse faites dans ces derniers temps.

La première de ces tentatives connue sous le nom d'*alliance évangélique universelle* eut lieu en Angleterre et conserva un caractère anglais bien que toutes les Églises protestantes du monde eussent été conviées à y prendre part. La plupart des Églises libres se firent en effet représenter à ses réunions. On y comptait 920 membres, dont 786 appartenaient aux différentes contrées de l'Angleterre, 87 à l'Amérique et 47 seulement au continent européen.

La pensée des fondateurs de l'*alliance* était double. Ils voulaient organiser l'opposition au *conformisme* des Églises officielles et fonder la résistance au mouvement réformiste qui tendait à multiplier les sectes au sein du protestantisme en vertu du principe de la libre interprétation. Une telle situation était embarrassante. Il fallait se montrer libéraux vis-à-vis des orthodoxes, conservateurs vis-à-vis des libéraux, et concilier la fidélité aux dogmes avec le libre examen en matière de foi.

La première conférence se tint à Londres le 19 août 1846, dans le grand temple des francs-maçons. Les séances durèrent 15 jours. On y parla beaucoup de liberté, d'union, de tolérance. On déclara bien haut qu'on ne voulait empiéter en rien sur les droits des Églises particulières et qu'on ne prétendait imposer aucune confession de foi. Cependant, comme il fallait poser les bases de l'*alliance*, il fut nécessaire de rechercher les principes sur lesquels elle devait s'édifier. On aboutit ainsi à une déclaration dogmatique des plus étroites. Seulement, comme on ne pouvait définir les dogmes sans s'exposer à voir se reproduire au sein de l'assemblée les séparations existant entre les diverses sectes du protestantisme, on se borna à les énoncer, en laissant à chacun la liberté de les interpréter à sa guise. Ainsi, au lieu de dire : « Ne feront partie de l'*alliance* que ceux qui accepteront comme principes de leur foi les dogmes fondamentaux, etc., etc. » on déclara que « l'*alliance* se composerait de toutes les personnes qui reçoivent et maintiennent les vues généralement reconnues comme évangéliques sur les matières de doctrine ci-indiquées. » C'était ne rien dire du tout en apparence. Mais l'énumération même des dogmes prouvait suffisamment qu'on les admettait comme articles de foi. La réserve des diverses interprétations auxquelles

¹ Voir la *Presse scientifique* du 1^{er} et du 16 août.

² L'alliance évangélique en Angleterre. L'alliance chrétienne universelle en France.

ils pouvaient être soumis sauvegardait le droit des Eglises existantes sans permettre aux fidèles de sortir de l'orthodoxie dogmatique pour entrer dans l'individualisme de la foi.

L'on paraissait respecter ainsi le principe fondamental de la réformation et en même temps l'on immobilisait la réforme religieuse. On disait au protestantisme : « Tu es venu jusque-là, tu n'iras pas plus loin. » Or, voici comment on l'affublait ; nous copions textuellement la première *résolution de l'alliance* :

« 1° L'inspiration divine, l'autorité et la complète suffisance des Saintes Ecritures.

» 2° Le droit et le devoir du libre examen dans l'interprétation de la Bible.

» 3° L'unité de Dieu et la trinité des personnes dans l'essence divine.

» 4° L'entière corruption de la nature humaine, comme la conséquence de la chute.

» 5° L'incarnation du fils de Dieu, son œuvre d'expiation pour les péchés du genre humain.

» 6° La justification du pécheur par la foi seule.

» 7° L'œuvre du Saint-Esprit dans la conversion et la sanctification du pécheur.

» 8° L'immortalité de l'âme, la résurrection des corps, le jugement du monde par Notre-Seigneur Jésus-Christ, l'éternel bonheur des justes et l'éternelle punition des méchants.

» 9° L'institution divine du ministère évangélique, l'obligation et la perpétuité des sacrements du baptême et de la Sainte Cène. »

On le voit, au lieu d'offrir aux Eglises réformées un terrain nouveau où elles auraient pu, tout en conservant leurs divers points de vue, concourir ensemble à une œuvre commune, on se bornait à affirmer les dogmes qui avaient causé les schismes et devaient les maintenir. C'était là une coalition d'un certain nombre d'Eglises, ce n'était pas une alliance véritablement évangélique et encore moins universelle.

Elle ne pouvait comprendre ni ceux qui ne trouvaient pas ces dogmes dans les Évangiles ni ceux qui soumettaient les Saintes Ecritures à l'examen de la libre raison. Le monde pensant fut étonné que les Eglises libres d'Angleterre en fussent encore à un tel christianisme. L'alliance resta du reste sans influence au dehors, et en Angleterre même le seul bien qu'elle ait produit a été de provoquer par l'effet d'une inévitable réaction de l'esprit public, le réveil de la critique rationaliste.

Un épisode assez curieux de la première assemblée de l'alliance, et bien propre à donner une idée de l'accorde xis tant entre ses membres, fut celui relatif à l'esclavage. Un membre baptiste proposa, vers la fin de la session, d'exclure de l'alliance évangélique tout propriétaire d'esclaves.

Cette proposition, prise en considération, jeta le trouble dans l'As-

semblée et faillit rompre l'alliance. Tous ces *Clergymen*, qui avaient affirmé imperturbablement les choses les plus *inconnaissables*, les plus *extrarationnelles*, les plus *antihumaines*; qui avaient proclamé très-sérieusement, en plein dix-neuvième siècle, l'institution divine du Ministère évangélique, la résurrection des corps, l'enfer éternel, n'arrivèrent pas à s'entendre sur une question toute de sentiment. L'esclavage violemment attaqué trouva des défenseurs. Les députés américains protestèrent contre l'introduction d'une telle question dans une déclaration de foi religieuse. Ils soutinrent que cette question regardait la législature des Etats de l'Union, et qu'ils n'avaient pas, eux, ministres du saint Evangile, mission pour la résoudre. Ils firent observer subsidiairement que les dogmes évangéliques n'avaient rien de contradictoire à l'institution de l'esclavage, qu'on en trouvait plutôt la justification dans la Bible; enfin ils firent remarquer avec beaucoup d'à-propos que si saint Paul avait été, à Londres, membre de la Conférence, il aurait fallu l'exclure, car il écrivait à Philémon en lui renvoyant son esclave : « Philémon, notre bien-aimé compagnon d'œuvre, etc., etc. » Malgré toutes ces raisons, le parti des abolitionnistes persista, et les députés américains durent se retirer de l'Assemblée.

Une tentative de conciliation religieuse faite sur de telles bases et avec de tels éléments ne pouvait servir en rien la cause de la religion. La vraie religion ne repousse aucun accroissement moral et n'exclut aucun rapport humain. Mais les corps sacerdotaux sont toujours les mêmes. Attachés à des dogmes immobiles, l'œil plongé dans l'abîme du passé, ils sont longtemps avant de s'apercevoir que tout marche autour d'eux, et lorsqu'ils le reconnaissent, un tel mouvement leur paraît dangereux et illégitime. Leur Eglise n'a-t-elle pas atteint le port du salut? Ne repose-t-elle pas sur le rocher immuable de l'absolu? Aussi comme ils s'y cramponnent et s'y incrustent! Là, au pied des autels qui fument encore, ils cherchent l'étincelle qui doit ranimer le flambeau de la foi. Hélas! leur souffle, en soulevant les cendres du foyer sacro-saint, ne fait qu'épaissir autour d'eux les ténèbres, et si le feu y brûle encore, il n'éclaire plus rien et n'illumine plus personne. C'est ailleurs qu'est la colonne de lumière. Elle est là où l'on marche, là où l'on aime, là où l'on se dévoue, là où l'on comprend! Si elle doit guider l'humanité, n'est-ce pas devant qu'il faut la chercher, non derrière! et s'il est vrai qu'elle vienne du ciel, n'est-ce pas en haut qu'il faut regarder, non en bas! Pas plus que le soleil, l'idéal divin ne peut cesser de resplendir! Comme la lumière céleste, celle de l'esprit est inextinguible! Elle a son foyer dans l'humanité et tout *fils de l'homme* est appelé à venir à son tour y puiser la vie immortelle. Sommes-nous donc comme ces éphémères qui, ne vivant qu'un jour, doivent tenir pour éternelle la nuit où les a plongés la disparition momentanée de

l'astre radieux ? Comment perdriions-nous Dieu si notre raison est un rayon de la raison suprême, et s'il nous est donné de communier avec lui dans la justice et dans la vérité ? Dieu est au ciel, dit-on, mais le ciel n'est-il pas au dedans de nous, et n'est-ce pas en purifiant notre âme, qu'il nous sera donné d'y contempler sa gloire ? Croyons donc aux promesses des horizons nouveaux, agrandissons-nous par l'amour, par le travail, par la science, et convaincus que l'*idéal divin*, inséparable de l'esprit de l'homme, ne peut cesser de resplendir dans l'humanité, ne craignons pas, avec un tel flambeau, de nous égarer à la recherche de la terre promise.

Une œuvre semblable à celle de l'*alliance évangélique* se fit peu de temps après en Allemagne. Nous n'en parlerons que pour mémoire. Là comme en Angleterre, on tenta de réunir sur le terrain des dogmes traditionnels les chrétiens réformés des diverses communions. Les *Kirchentag* furent aussi une confédération des Églises protestantes et une coalition d'intérêts. Ces grandes assemblées pouvaient avoir, comme celles de l'alliance, une certaine utilité pratique pour la discipline et la protection des Églises évangéliques de la langue allemande ; elles n'ont eu aucune portée vraiment humaine et religieuse. Elles n'ont servi ni la liberté des individus, ni l'ordre social, et ne pouvaient que trahir la cause du progrès : impuissantes à faire revivre les anciennes croyances, elles n'avaient de force que pour immobiliser l'esprit humain dans des idées surannées.

Il nous reste à parler d'une tentative d'une tout autre valeur morale. Celle-ci appartient à la France et porte ce caractère généreux d'*universalisme* propre au peuple unitaire et initiateur. L'*alliance chrétienne universelle* devait être, en effet, une œuvre de conciliation aussi générale qu'il soit possible de l'entreprendre sur le terrain du christianisme.

L'*alliance chrétienne universelle* fut fondée à Paris en décembre 1853. Nous croyons que les pasteurs Coquerel père, Montaudon et Martin-Paschoud furent, sinon ses premiers pères, au moins ses parrains spirituels. Ces messieurs, aidés de quelques laïques appartenant au protestantisme le plus avancé, après en avoir arrêté le programme, appelèrent à concourir à la fondation de l'*alliance* les chrétiens de toutes les communions. A côté des pasteurs et des protestants les plus notables du parti libéral on eut soin de faire figurer des catholiques ou du moins des personnes nées au sein du catholicisme ; on se procura même des membres de l'Eglise grecque, et comme on avait ainsi associé des hommes de bonne volonté de différentes communions dans une pensée généreuse de tolérance et de propagande libérale, on crut avoir concilié sur le terrain de l'Evangile les éléments les plus divers du christianisme. On se trompait. Les catholiques qui acceptaient le programme de l'*alliance* avaient déjà

cessé d'être catholiques, et les grecs qui s'y ralliaient n'étaient plus grecs. Comme les protestants réformés qui l'avaient formulé et qui tous appartenaient au protestantisme libéral, ces grecs et ces catholiques avaient rompu avec toute orthodoxie, et ils n'étaient autre chose que des libres penseurs. On pourrait même dire que les uns et les autres n'avaient de chrétien que le nom, si l'on ne savait combien ce mot est devenu élastique, et combien le christianisme, au dix-neuvième siècle, est susceptible d'interprétations multiples.

Les fondateurs de l'*alliance* avaient résumé la religion chrétienne dans les trois principes suivants :

- « L'amour de Dieu, créateur et père de tous les hommes ;
- » L'amour des hommes, créatures immortelles et enfants de Dieu ;
- » L'amour de Jésus-Christ, *fil de Dieu* et sauveur des hommes. »

Ils ajoutaient, il est vrai, qu'ils n'entendaient pas renfermer toutes les vérités de la foi chrétienne dans ces trois principes, mais ils affirmaient que c'était là le lien existant, quoique souvent à leur insu, entre tous les chrétiens, et le but même du christianisme. C'était ramener toute la religion à l'amour. Mais est-il légitime de ne faire de la religion qu'une affaire de sentiment ? N'est-ce pas en supprimer à la fois le sujet et l'objet ; le *sujet*, qui est l'homme actuel avec toutes ses facultés, tout son savoir, toutes ses puissances, et l'*objet*, qui est l'homme futur dans ses rapports d'activité, de sentiment et de connaissance avec Dieu, le monde, le prochain ! Si la religion est un produit humain, l'analyse doit y retrouver toutes les qualités essentielles de l'être passionnel, libre et conscient. Expression de l'humanité progressive, elle en révélera toujours l'état physique, intellectuel et moral. Afférente aux climats et aux races, la religion ne manifestera longtemps que des points de vue partiels de la vérité éternelle ; proportionnelle au développement social, elle montrera les points culminants que peuvent atteindre les civilisations humaines lorsqu'elles sont le privilège de quelques classes ou de quelques nations ; mais le jour où, maîtresse de son *sujet* et possédant une idée claire de son *objet*, elle ne laissera rien ni personne en dehors de ses liens, ce jour-là, la communion universelle sera fondée. Alors comme on voit la lumière se produire dans sa transparente unité par la fusion synthétique de tous les rayons colorés du spectre solaire, de même on verra avec la synthèse religieuse des révélations partielles, commencer la révélation intégrale et progressive de l'immuable vérité.

En sommes-nous arrivés à ce degré de développement et notre civilisation, qui cherche à se répandre sur toute la surface du globe, est-elle assez pure et assez compréhensive pour réaliser un tel rêve ? Peut-être. Dans tous les cas, ce serait trop exiger du christianisme que de lui demander de se transformer à ce point. Les religions n'abdiquent point ainsi. Le rameau détaché par Jésus du vieux tronc juédaique et planté

par saint Paul dans la gentilité gréco-romaine, après être devenu un grand arbre et avoir abrité l'enfance des sociétés modernes, peut-il reverdir encore, protéger les générations futures et porter des fruits nouveaux ? Il en est qui le pensent, et nous respectons leurs pieuses illusions sans les partager. Nous trouvons très naturel et très légitime que les âmes, qui ne se sont pas abreuvées aux sources de la vérité et qui n'ont pas acquis la foi nouvelle, restent fidèlement attachées aux anciennes croyances, mais ce qui nous paraît regrettable, c'est qu'on espère rajeunir le christianisme en changeant les éléments qui le constituent : tentative aussi vaine, aussi impie peut-être et non moins dangereuse, que celle des filles de Pélée sur leur vieux père ! Et n'est-ce pas une œuvre semblable que veulent accomplir tous ceux qui, rêvant une renaissance impossible, coupent en morceaux leur vieux et respectable christianisme pour le faire bouillir dans la marmite scientifique et l'accommoder à la raison du siècle !

L'*alliance chrétienne universelle* était sans doute une œuvre de progrès, et en ce sens elle se distinguait très heureusement de l'*alliance évangélique*. Mais tandis que celle-ci avait sa raison d'être dans les besoins d'une défense commune des Églises protestantes libres contre les Églises d'Etat d'une part et contre le mouvement réformiste de l'autre, on ne voit pas trop contre qui et contre quoi l'*alliance chrétienne* avait à combattre. Ah ! si elle avait tenté de s'affirmer comme Église chrétienne vis-à-vis des autres Églises en niant toute doctrine en dehors de celle qu'elle avait formulée, elle eût pu faire faire un pas à la question religieuse par la lutte même qui en serait résultée entre son christianisme et celui des autres Églises moins avancées. Mais l'*alliance* fondée par des pasteurs et par des fidèles, qui se rattachaient *professionnellement* aux Églises établies, ne voulait pas devenir une Église. Elle se plaçait en dehors de toute pratique cultuelle, sur le froid terrain de la spéculation.

On aurait pu la prendre pour une association philosophique si elle s'en fût tenue aux deux premiers principes de son programme. Elle aurait pu s'associer ainsi les déistes de tous les pays, qui généralement se bornent à affirmer la double croyance en Dieu et en l'immortalité de l'âme, que beaucoup regardent comme contenant les deux uniques principes de la religion naturelle. La forme sentimentale donnée à l'expression de ces deux principes aurait permis de sous-entendre suffisamment la tradition évangélique sans cependant effaroucher ceux qui s'en séparent ou se rattachent à d'autres souches religieuses. Malheureusement la troisième formule enchaînait le déisme philosophique au dogmatisme chrétien.

Du moment où l'on affirmait Jésus-Christ *fil de Dieu et sauveur des hommes*, il ne s'agissait plus d'une simple et libre croyance, commune

à la fois à beaucoup de libres penseurs, aux chrétiens, aux juifs, aux musulmans et aux fidèles de tous les cultes actuellement en vigueur chez tous les peuples civilisés, il s'agissait d'un dogme propre à une religion particulière, à une révélation spéciale. Ceux qui confessaient un tel principe se séparaient ainsi à la fois du déisme philosophique et de la communion religieuse de l'humanité, en même temps qu'ils se soumettaient à une autorité extérieure et surnaturelle.

Après avoir rappelé, en parlant de l'*alliance évangélique* constituée en Angleterre, les réserves faites en faveur de l'esclavage par les députés américains, il n'est pas hors de propos et il n'est que juste de citer celles qui furent faites à l'égard de l'*alliance chrétienne* par d'autres citoyens des Etats-Unis. Ce n'est pas lorsque ce grand peuple expie si cruellement son crime contre l'humanité, qu'il convient de mettre en oubli ce qu'il a fait pour elle.

L'assemblée des *Amis du Progrès* réunie à Waterloo (Etat de New-York) en envoyant ses fraternelles salutations au conseil et aux membres de l'*alliance chrétienne universelle* et les félicitant de ce qu'il y avait de généreux dans leur entreprise, reprochait au programme de l'alliance d'être resté sur le terrain étroit du dogmatisme chrétien au lieu d'affirmer simplement l'union des hommes dans l'amour et dans la charité.

« Votre alliance, était-il dit dans l'adresse des *Amis du progrès*, ne semble ouverte qu'à ceux qui portent le nom de chrétiens. Notre association diffère en cela de la vôtre que ses principes embrassent toute la race humaine. Nous avons pour but de rassembler une Eglise véritablement universelle, qui sera l'Eglise de l'humanité, ouverte à tous ceux qui voudront venir, qu'ils soient chrétiens, juifs, mahométans ou païens, dans laquelle hommes et femmes, de tous noms et sans noms, pourront mêler les sympathies d'une nature commune et s'unir en travaillant aux progrès de la vérité et de la bonté, sans autre loi pour les retenir que la loi de l'amour. Et, permettez-nous de vous dire que notre expérience nous a prouvé victorieusement l'efficacité de ce principe divin, pour maintenir l'ordre et l'harmonie dans ces associations qui admettent la plus grande liberté des opinions. Nous croyons qu'en envisageant les choses d'une manière aussi large, nous ne faisons que répondre aux besoins du siècle. »

Les faits ont déjà donné raison aux *Amis du progrès*. Tandis que, en Amérique, les sociétés de ce genre, en rapport avec les besoins du siècle, sont allées se développant, en France, l'*alliance chrétienne universelle*, impuissante à satisfaire les tendances sociales de l'époque, a passé inaperçue de la société contemporaine. Son œuvre, après avoir réuni d'abord de nombreuses adhésions, après avoir eu pour elle, comme le disait l'un des rapports annuels, « les cœurs doux, bienveillants et vrai-

ment évangéliques, » a succombé sous l'indifférence générale. Placée à la limite de l'ancienne foi et de la nouvelle, méconnaissant la tradition et n'osant pas confesser la science, elle a passé comme passent les choses qui n'ont pas été fécondées par l'esprit de vie; elle est allée où vont les semences tombées sur le rocher stérile, où vont les germes qui n'ont pas rencontré le milieu vivant nécessaire à toute éclosion ¹.

En voyant échouer devant l'indifférence publique une tentative d'alliance religieuse à laquelle n'ont manqué ni le talent de ses fondateurs, ni la générosité de ses adhérents, il doit être permis de se demander si ce n'est pas en dehors du christianisme qu'il faut désormais chercher la foi nouvelle. Certes, le jour où il sera établi que la croix ne convertit plus, n'illumine plus et n'édifie plus personne, il faudra bien reconnaître qu'elle n'est plus le signe d'alliance, le signe de vie, le signe de lumière. Alors les peuples demanderont à leurs pasteurs de ne plus faire peser sur leurs épaules ce bois funèbre où est cloué depuis si longtemps *le fils de l'homme*, avec sa tête tristement pendante et ses bras lugubrement étendus sur l'horizon. Ils chercheront le signe nouveau et le verront peut-être rayonner au front de tout homme régénéré par la science. Mais en attendant cette heure, qui sera celle de la communion universelle, chaque Église a sa raison d'être, et chaque groupe de travailleurs a son rôle dans l'édification de la cité divine...

Nous avons essayé de démontrer quelle est l'œuvre qu'accomplit dans le mouvement de l'idée religieuse le protestantisme contemporain. Nous ne prétendons pas qu'il puisse porter en ses flancs la synthèse religieuse de l'avenir. Il n'a rien, d'ailleurs, qui n'appartienne à l'ensemble de l'idée chrétienne et qui ne soit propre aussi au catholicisme. Mais la liberté d'examen, proclamée par la réforme, a permis aux protestants d'exercer sur les dogmes traditionnels un travail d'élimination qui, en simplifiant le Christianisme et le ramenant à son point de départ apostolique, doit ménager la transition et faciliter puissamment la transformation religieuse. Et maintenant il importe peu que des hommes qui, par toutes leurs aspirations, appartiennent déjà à la vie nouvelle, attribuent à une révélation spéciale qui s'est produite, il y a dix-huit siècles dans un coin du monde, des résultats dont il faut faire honneur à la révélation toujours permanente dans l'humanité, s'y manifestant par des personnalités typiques propres aux temps, aux lieux, aux races, et malgré leur supériorité caractéristique, toujours proportionnelles au développement du milieu où elles se sont produites.

¹ L'alliance chrétienne universelle a en effet cessé d'exister comme œuvre d'action religieuse et de propagande; l'Union libérale protestante, dont le but est plus nettement défini, a hérité de ses éléments les plus vivants et les plus dévoués. Comme œuvre philanthropique, l'alliance chrétienne a fait quelques fondations qui existent et se maintiennent.

Sans doute, il vaudrait mieux que les protestants libéraux, après avoir renoncé à toute orthodoxie autoritaire et avoir affirmé l'individualité de la foi, fissent un pas de plus et reconnussent que le prophète de Galilée ne peut être le *seul chemin* qui mène à Dieu, et que mille routes y conduisent. — Avant lui, les différents peuples de la terre n'y étaient-ils pas allés, là par Moïse, là par Zoroastre, là par Confucius, là par Çakya-Moun et par tant d'autres initiateurs dont les noms ne sont pas venus jusqu'à nous, et maintenant la science, accessible à tous, ne permet-elle pas à chacun d'y aller par la voie qui lui est propre ? Mais après tout, l'essentiel est que leur idéal, de quelque nom qu'il se nomme, soit en rapport avec l'humanité moderne et ne s'arrête ni au monde juif, ni au monde romain, ni à Hildebrand, ni à Luther, ni à Calvin, ni à Rousseau, ni à Condorcet. Un christ qui marche avec nous ne saurait retarder nos pas. Si un tel nom exprime l'idée de la communion de l'esprit humain, avec la raison divine, par l'amour, l'activité et la science, il peut durer toujours, car il raconte un fait éternel et révèle une loi impérissable.

CH. FAUVETY.

CHRONIQUE DE LA MÉDECINE ET DE LA PHARMACIE

LA 'RÉVOLUTION MÉDICALE

S'il est une révolution nécessaire, désirée de tous, rêvée par les génies bienfaisants à toutes les époques, c'est évidemment la révolution médicale qui ferait justice des idées *vitalistes* et des idées *organiciennes* dans ce qu'elles ont d'exclusif et d'erroné. C'est la révolution qui remplacerait dans la thérapeutique l'empirisme par le traitement rationnel, dans la clinique les erreurs et les hypothèses, par un diagnostic toujours appuyé sur la *véritable* physiologie.

L'humanité, nous le disons avec joie, marche vers cet avenir. Elle se demande ce qu'elle est ; les sociétés humaines se demandent ce qu'elles sont ; à son tour, l'individu, l'homme, se demande ce qu'il doit être.

Poussé vers la recherche du vrai par une loi, fatale selon les uns, physiologique, naturelle selon les autres, mais selon tous par une force destinée à triompher de tous les obstacles, il se demande où il va.

A travers toutes les sinuosités, tous les dédales, parfois si obscurs, l'homme saisit chaque jour une parcelle de la vérité, et cette vérité vient s'ajouter à d'autres. Le capital intellectuel s'agrandissant ainsi

mettra bientôt tout homme en possession de lois véritables, de son être et de sa destinée.

C'est ainsi que, depuis quelques années, la physiologie expérimentale a donné la solution de plusieurs problèmes importants. Mieux comprises dans leurs rapports avec la biologie, les lois de la physique ont considérablement restreint la nécessité d'un principe vital, particulier à l'homme, émanation gratuite et partant inexplicable d'un Dieu tout personnel.

D'un autre côté, les parties étant reconnues solidaires de l'ensemble, les organes de l'organisme, et réciproquement, les *organiciens* ont dû se résoudre à tenir compte de tout l'homme en s'occupant de tel ou tel organe considéré plus particulièrement comme siège de la maladie.

Parmi les travaux qui de nos jours ont, sur ce point, fait avancer la science, nous citerons ceux de Maggendie, Claude Bernard, Brown-Séquard, et plus près de nous encore, dans l'heure qui s'écoule, les travaux si remarquables du docteur Marey.

Tous ces maîtres ont eu leurs disciples, tous ces travaux nous arrivent par voie de filiation.

De l'examen approfondi, de la méditation constante de ces travaux, est née la thèse qui va nous occuper¹.

L'auteur de ce travail, si important par le nombre de questions qu'il traite, par les principes de thérapeutique nouvelle qu'il établit sans contestation possible, pouvait à son gré prendre pour épigraphe cette pensée du poète : *Cercando il vero*, ou bien emprunter à Molière, au nom du groupe d'esprits parmi lesquels il a si vaillamment marqué sa place, cet aphorisme satyrique, devenu une réalité :

Nous avons changé tout cela !

C'est qu'en effet chaque phrase de la thèse soutenue par M. Emile de Pontevès montre au lecteur un esprit qui a faim et soif de vérité. Il la cherche partout, il la veut complète, une demi-vérité ne lui suffit point. Toutes les méthodes lui sont familières, les hypothèses les plus hardies sont à sa taille, mais il veut à jour donné, à heure fixe, que l'hypothèse soit vérifiée et reconnue exacte. Sinon, l'hypothèse, qui est pour lui le crédit dans la science, ne devient à ses yeux qu'un billet sans valeur.

La discussion de cette thèse avait lieu devant un jury accessible à toutes les idées de progrès réel, de rénovation médicale. Il suffira de nommer nos jeunes professeurs, MM. BAILLON, POTAIN, LORRAIN et le président M. le professeur Bouchardat, le plus jeune de tous si la science le juge par l'ardeur infatigable qu'il met à la féconder. Aussi, le candidat, nous pourrions dire le néophyte, était-il en communion com-

¹ Des nerfs varo-moteurs et de la circulation capillaire. — Thèse inaugurale de M. de Barre de Pontevès. Paris 1864.

plète d'idées avec ses juges, avec ceux qui venaient l'introduire dans le temple, le recevoir sur le seuil de la famille médicale.

On l'a reçu avec empressement ; il y entrait avec bonheur, qu'il soit satisfait ! que son esprit élevé y trouve toutes les satisfactions qu'il désire ; il les y trouvera, puisqu'il ne demande à la science médicale que la connaissance de l'homme et ses nombreux moyens de servir l'humanité.

Au milieu des félicitations qui sont arrivées à M. E. de Pontevès par la façon dont il a compris et traité son sujet de thèse, nous tenons à placer les nôtres ; elles peuvent, sur un point, se mêler à celles du jury.

Comme les examinateurs, nous tenons à le féliciter d'avoir pris son point d'appui là où il devait le trouver sûrement, sans se préoccuper si les pierres d'attente auxquelles il venait lier son travail appartenaient ou non à l'École ; d'avoir inscrit les noms de ceux de sa famille qui ont formé ses idées en physiologie, en médecine. Et tout d'abord, MM. Claude Bernard et Marcis, les marquis de Pontevès doivent s'en réjouir.

La lecture de cette thèse prouve que, depuis longtemps, l'auteur a compris et sévèrement accompli la loi de travail : il possède à fond tout ce qui se rattache à la question qu'il examine, c'est là un bon et grand exemple par un temps de décomposition sociale, lorsque les plus vils roturiers de l'âme (il n'y a pour nous que ceux-là) ne rêvent que paresse et blasons, de voir parmi nous, sur les bancs de nos amphithéâtres, où les opérations, les études ne sont pas toujours ni bien attrayantes, ni bien encouragées, un jeune homme lutter avec persévérance et un immense succès, comme pour compléter les titres de noblesse que ses aïeux lui ont légués, par les titres immortels de la noblesse éternelle : la science et l'amour du travail.

Et maintenant, ceci dit à propos de l'auteur, voici quelques passages du livre lui-même. On verra qu'il valait mieux, pour tout le monde, transcrire que d'analyser.

« De toutes les fonctions qui sont du domaine de la physiologie, il n'en est pas de plus importante que la circulation du sang. En relation étroite avec la respiration, elle tient sous sa dépendance directe la chaleur animale et toutes les sécrétions. Le sang, cette chair coulante, est le véritable milieu physiologique de tous les êtres animés ; poussé par un courant incessant dans toutes les parties du corps, il constitue une atmosphère liquide sans cesse renouvelée autour de chaque molécule. Tout sort de lui et tout y rentre. Soumis à l'impulsion du système nerveux, il rend à celui-ci le mouvement qu'il en reçoit ; le cerveau, la moelle, les nerfs eux-mêmes s'arrêtent dans leurs fonctions dès que le fluide sanguin cesse de les vivifier. Entre ces deux grands mouvements

qui réagissent l'un sur l'autre, se passent les phénomènes intimes de la nutrition et de la vie organique. »

« Ce grand courant sanguin, qui va sans cesse du cœur aux capillaires et des capillaires au cœur, fut longtemps aussi méconnu que la rotation de la terre autour du soleil ; il a fallu des siècles et les travaux des plus beaux génies dont la science s'honore, depuis Gallien qui combattait déjà Erasistrate, jusqu'à Vésale, Servet, Colombo, Fabrice d'Acquapendente, pour que, le plus grand de tous, Harvey, pût relier par un trait de génie les fragments épars de la vérité trouvés avant lui, et, par quelques expériences décisives, démontrât un fait qui nous paraît aujourd'hui si simple et si facile à constater. Longtemps niée et combattue par les médecins les plus célèbres, cette découverte s'est imposée, comme toutes les grandes choses, par ses conséquences heureuses ; elle a transformé la science, et aujourd'hui, qu'on ne tente pas une explication, une prévision quelconque qui n'en soit une déduction, qu'on n'applique pas un bandage sans compter avec elle, on peut dire que la circulation du sang tient dans la médecine une place aussi essentielle que dans l'organisme lui-même. »

« Cependant, à côté du fait général et dominant du courant sanguin poussé par la contraction cardiaque, on a signalé depuis longtemps des faits particuliers qui, sans le détruire, doivent le modifier. On s'aperçoit de plus en plus que la circulation locale et périphérique n'obéit pas d'une façon uniforme à l'impulsion centrale. Le cœur est menacé dans sa royauté absolue, et les capillaires tendent à prendre une certaine autonomie ; tel est le but de la théorie des nerfs vaso-moteurs que je vais essayer d'exposer. »

« Le mouvement du sang, tel que l'a décrit Harvey, peut s'expliquer en entier par l'influence d'une cause unique, la contraction du cœur. Mais lorsqu'on approfondit davantage l'étude des phénomènes physiologiques, on s'aperçoit bien vite que cette force unique ne suffit pas pour tout expliquer. De tout temps, en effet, on a observé que le sang se distribue d'une manière inégale dans les différents points du corps ; que tantôt il semble abandonner une région limitée, qui devient alors pâle, froide, exsangue, et pour ainsi dire émaciée subitement, tandis que d'autres fois le sang afflue à une région qu'on voit, sous cette influence, se gonfler, rougir et devenir plus chaude que d'ordinaire. Ces variations dans les circulations locales ne pouvaient plus s'expliquer par la seule force du cœur ; il était évident qu'une contraction de cet organe ne pouvait donner au cours du sang une direction particulière et envoyer ce liquide plus abondamment à un organe qu'à un autre ¹. »

« Pour expliquer ces faits, on imagina des êtres de raison, des forces spéciales, qui poussaient le sang dans telle ou telle direction. C'étaient

¹ Marey, *Circulation du sang*, p. 14.

des *forces congestives*, décorées des noms de *raptus sanguinis*, *molimen hemorrhagicum*, etc. : une congestion se faisait-elle autour d'un point traumatiquement lésé, on supposait là une force nouvelle, un *appel* du sang. Quand un organe fonctionne, quand une glande sécrète, il y a là un état de congestion qu'on expliquait par une *activité locale* de la glande. »

Bordeu écrivait au siècle dernier :

« La direction des humeurs vers une glande ne saurait dépendre de la simple action du cœur ou des lois générales de la circulation... Comment donc expliquer ce phénomène ? On dirait que les glandes agissent comme des ventouses ; elles attirent, pour ainsi dire, les humeurs. Ce phénomène est bien important, même pour la théorie de toutes les maladies où l'on voit évidemment des transports d'humeurs très indépendants des causes ordinaires de la circulation. »

« De ce rapport entre le fonctionnement d'un organe et l'accroissement de sa circulation propre est née une doctrine médicale qui règne encore aujourd'hui presque sans partage : elle consiste à regarder certaines maladies : fièvres, congestions, inflammations, comme dépendant d'un excès de forces ; certaines autres, de nature opposée ou asthéniques, comme l'expression de la faiblesse du sujet : d'où les méthodes stimulantes et contre-stimulantes ; car toute idée vraie ou fausse sur la nature d'une maladie se traduit immédiatement par une thérapeutique appropriée. »

A toutes ces forces imaginaires, à toutes ces explications qui n'expliquent rien, tend à se substituer la théorie des nerfs vaso-moteurs.

« Si la théorie des nerfs vaso-moteurs est une hypothèse, nous espérons démontrer qu'il n'en est pas de plus admissible et en même temps de plus satisfaisante par ses conséquences. Déjà elle a fait beaucoup de chemin ; M. Brown-Séquard a fondé sur elle toute une classe de maladies nouvelles : les paralysies réflexes. L'Académie des sciences vient de couronner un mémoire de M. J. Cahen sur les névroses vaso-motrices. Je montrerai que cette théorie explique mieux que toute autre les congestions, les inflammations, les hémorrhagies, etc. ; mais elle ne se borne pas à éclairer les variations sans nombre dans les circulations locales. M. Marey, par une généralisation hardie, vient de lui donner d'un seul coup une importance telle qu'elle embrasse presque tout le vaste champ de la médecine. »

« La contractilité des petits vaisseaux n'est pas seulement le régulateur de la circulation périphérique, elle étend son empire jusque sur le cœur lui-même. On verra, en effet, que si une contraction énergique des capillaires fait un grand obstacle à la circulation du sang dans les organes, le cœur ralentit ses battements ; réciproquement, que si le relâchement de ces mêmes vaisseaux laisse passer le sang avec facilité à

travers les tissus, les battements du cœur s'accélèrent. » D'où une nouvelle théorie de la fièvre, de l'algidité, de la chaleur animale, etc., c'est-à-dire des plus grands phénomènes de la pathologie.

« Cette conviction est généralement partagée aujourd'hui par tous les savants qui ont l'habitude de raisonner sur des faits bien observés, non sur des *a priori* impossibles à vérifier. Quelle lumière, par exemple, ne projette-t-elle point sur l'observation des mouvements du poulx ! »

« De tout temps, dit M. de Pontevès, de tout temps, on a attaché une extrême importance à l'étude du poulx, même avant que l'on connût la circulation. On en avait fait une sorte de mesure de la vie : la force, la fréquence, l'amplitude du poulx, entraînaient l'idée d'un accroissement de la force générale. Aujourd'hui encore, M. Trousseau, à propos de l'action sédative de la digitale, parle « *des propriétés antivitalés* » de ce médicament. Toute la doctrine italienne est basée sur cette fausse idée de l'hypersthénie accompagnant le poulx fort et fréquent, avec les autres symptômes de chaleur, d'agitation, etc. »

Singulier système qui conduirait à ce résultat, au moins bizarre, que presque tous les malades seraient faibles par trop de force, et que la plupart des hommes mourraient par excès de vie ².

« La vie étant un équilibre mobile entre des fonctions qui s'enchaînent et se balancent, on ne peut concevoir aucun excès dans cet équilibre, mais seulement une série d'oscillations qui, tant qu'elles sont renfermées dans des limites étroites, constituent la santé, au delà de ces limites, entraînent la maladie, et, après la rupture définitive de cet équilibre, la mort. Telle est, je crois, l'idée simple et rationnelle qu'on peut se faire de ces hautes questions, en dehors de toute doctrine médicale et métaphysique, et en restant sur le terrain solide de la physiologie. »

« Du reste, ce n'est pas seulement le bon sens qui proteste contre cette prétendue surexcitation vitale liée à l'accroissement dans la force et dans la fréquence du poulx ; les faits viennent aussi déposer contre elle, comme j'espère le démontrer. »

« Le poulx offre deux modifications qui priment toutes les autres : c'est sa fréquence et sa force ; le poulx présente de plus, dans sa forme, des variétés innombrables qui avaient donné lieu autrefois à toutes sortes de classifications. C'est ainsi qu'on distinguait le poulx *grand* et *petit*, *large* et *étroit*, *dur* et *mou*, *plein* et *vide*, *vite* et *lent*, *serré*, *élevé*, *filiforme*, *formicant*, *capricant*, etc. Toutes ces dénominations bizarres, sur le sens desquelles les médecins ne sont même plus d'accord, méritent bien le juste oubli dans lequel elles sont tombées ; il en est de même de

¹ Marey, *Circul.*, p. 169.

² L'irritation, c'est l'excitation, la stimulation, c'est l'exagération des propriétés vitales, et voilà tout.—(Forget, *Principes de thérapeutique*, p. 399.)

la classification de Bordeu, qui admit le pouls *capital*, *guttural*, *nasal*, *intestinal*, le pouls *supérieur* et *inférieur*, suivant que la maladie siègeait au-dessus ou au-dessous du diaphragme. Tout au plus parle-t-on encore du pouls *abdominal*, dont le type est celui que l'on observe à la période ultime d'une péritonite. »

« Du reste, toutes ces formes n'ont rien de spécial : elles dépendent, non pas de telle ou telle maladie, mais d'un certain trouble de la circulation qui est souvent commun à des états morbides fort différents. C'est ainsi que l'ivresse et la fièvre typhoïde donnent au pouls le même caractère. Je parlerai donc fort peu des formes du pouls, pour insister principalement sur sa fréquence et sa force. »

« De tous les caractères du pouls, la fréquence est celui qui est le plus facile à apprécier et sur lequel les médecins peuvent le plus aisément s'entendre. Il suffit de compter, à l'aide d'une montre à secondes, pour obtenir à ce sujet toute la précision désirable. »

« Qui croirait cependant qu'un procédé aussi raisonnable ait pu trouver des adversaires ? Je lis dans l'ouvrage posthume de Dance :

« M. Double signale, comme inutile par ses résultats et comme ridicule par son affectation, la pratique qui semble vouloir s'accréditer de calculer, montre en main, le nombre des pulsations. » — « Si le calcul mathématique, continue-t-il, se glisse jamais à ce point dans la médecine clinique, c'en est fait de la science. On finira par voir un jour les médecins supputer, une balance à la main, la quantité des selles, des urines, des crachats. Loin de nous ces méthodes minutieuses, ces froids procédés ! ils étoufferaient tout le mérite du tact médical ! »

« Je n'insiste pas sur cette citation ; on voit de quel côté est le ridicule. Plût à Dieu qu'une pareille précision pût être portée dans tous les points soumis à l'observation du médecin ! A ce prix, nous ferions bon marché du tact médical. Qu'aurait dit M. Double du *sphymographe* de M. Marey ? Lui qui trouvait la montre à secondes trop précise, il la trouverait à présent insuffisante, à côté de l'instrument enregistreur qui donne, non-seulement le nombre des pulsations, mais la plus légère irrégularité dans leur durée relative, dans leur force, etc., sous l'influence de la respiration, du cœur, de l'attitude, des mouvements et des mille conditions qui peuvent faire varier le pouls. »

Nous nous restreignons bien à regret, nous passons presque sous silence tout ce que l'auteur dit sur l'inflammation. Il y a dans cette partie des aperçus nouveaux, et des inductions physiologiques de la plus grande vérité. Mais nous devons réserver un peu de place aux applications thérapeutiques. Nous tenions d'autant plus à les mentionner, que ce point de vue est tout à fait nouveau et présenté pour la première fois dans la thèse que nous analysons. Dans ce chapitre re-

marquable, qui a pour titre : *De l'action des médicaments sur les nerfs vaso-moteurs*, M. de Pontevès se résume ainsi :

« La thérapeutique est le couronnement de la médecine. Elle est la fin suprême de toutes les théories médicales ; elle en est aussi le juge en dernier ressort. Pour achever de mettre en évidence le rôle important que joue la contractilité des capillaires, soit dans l'état de santé, soit dans la maladie, il me reste à appliquer à la doctrine que j'expose cette pierre de touche, et à faire voir les lumières qu'on peut en tirer pour expliquer sur bien des points l'action des médicaments.

» Aujourd'hui, après la chute de tant d'écoles médicales, il ne manque pas d'excellents esprits qui ne veulent même plus permettre que ce problème soit posé. Beaucoup de médecins se contentent de dire : « Nous avons constaté que le sulfate de quinine guérit la fièvre intermittente : cela nous suffit. Peu nous importe de savoir comment il la guérit. » Et, sur ce raisonnement s'est fondée l'école empirique, qui n'a plus voulu entendre parler de théorie et qui s'est bornée à accumuler des observations, à grouper des faits et des chiffres.

» Certes, personne ne serait bien venu à nier les avantages de l'observation et de la méthode numérique, qui est sa plus haute expression ; mais pourtant on aura beau faire, les observations ne seront jamais que la matière première de la science. On a coutume de dire que rien n'est brutal comme un fait. Cela est vrai de plusieurs façons : d'abord parce qu'il s'impose quand même, et ensuite parce qu'il ne dit rien et ne donne pas sa raison d'être : il faut donc raisonner pour lui. Le père de la philosophie expérimentale, Bacon, disait lui-même qu'il fallait chercher les expériences lumineuses avant les expériences fructueuses, et, d'un seul mot, il condamnait l'empirisme. Il est bien vrai qu'on guérit la fièvre intermittente sans connaître l'action du sulfate de quinine ; mais, si on la connaissait, cela n'en vaudrait que mieux. On saurait pourquoi ce médicament ne la guérit pas toujours ; on en connaîtrait mieux les indications, l'opportunité, les dangers, et on pourrait l'appliquer sûrement à d'autres maladies. D'ailleurs, ce qui constitue la science, ce n'est pas la connaissance des phénomènes, mais bien celle de leur condition d'existence. La science n'existe pas, tant qu'on n'est pas en possession des lois. C'est l'honneur de l'esprit humain de les rechercher en tout et partout. »

« Aussi, malgré le découragement qui suit toujours les synthèses trop hâtives, on n'a cessé de tenter des explications thérapeutiques empruntées la plupart à la physique et à la chimie. »

« Pour montrer les dangers de ces importations, je dirai quelques mots d'un travail bien connu de M. Poiseuille¹. Ce physiologiste a étudié

¹ Poiseuille, *Recherches expérimentales sur le mouvement des liquides dans les tubes de petit diamètre*. Paris, 1841, in-4°.

l'influence que le mélange de certaines substances avec les liquides animaux pouvait avoir sur les lois de leur écoulement dans des tubes inertes d'abord, puis à travers les capillaires d'un animal vivant: il a constaté que l'azotate de potasse et l'acétate d'ammoniaque agissaient sur le cérum, en facilitant son écoulement; l'alcool, au contraire, le retardait. De la constatation de ces faits, il conclut que, puisque l'azotate de potasse facilitait la circulation du sang, on pouvait expliquer immédiatement son action diurétique, le sang abandonnant d'autant plus d'urine aux reins qu'il les traversait plus rapidement et en plus grande quantité. »

« Quant à l'alcool, puisqu'il retardait l'écoulement du sang, il n'y avait rien d'étonnant à ce qu'il produisît l'ivresse, et, par contre, l'acétate d'ammoniaque, qui est l'antidote de l'alcool, devait cette influence à sa propriété d'accélérer la circulation. Rien ne paraît mieux déduit que cet enchaînement de propositions; cependant, en les examinant, on voit que l'azotate de potasse ingéré, bien loin d'activer la circulation, la retarde d'une façon très remarquable et que, par conséquent, ses propriétés physiques n'expliquent nullement son action diurétique. Quant à l'autre proposition, je dirai d'abord qu'il n'est pas prouvé que l'acétate d'ammoniaque soit l'antidote de l'alcool, et M. Trousseau le nie formellement¹; de plus, il ne faut jamais avoir vu un homme ivre pour croire que l'alcool retarde la circulation; il l'accélère, au contraire, au dernier point, et il crée une véritable fièvre. Ainsi, il ne reste rien de ces prétendues explications tirées des propriétés physiques des trois substances dont je viens de parler. Il en est à peu près de même des explications tirées de la chimie. »

« Voici ce que dit à ce sujet M. Claude Bernard : « Le fer, le plomb, le cuivre, se combinent avec le sang et les tissus, et tous les agents chimiques avec lesquels on veut neutraliser leur action ne peuvent les atteindre. Ainsi, les traitements proposés contre l'intoxication saturnine et dans lesquels on fait jouer le rôle de contre-poison à l'acide sulfurique ou chlorhydrique, n'ont aucune raison d'être comme traitement physiologique : d'abord, parce que la combinaison espérée est impossible, ensuite parce que les acides employés ne sauraient arriver dans le sang à l'état où ils sont ingérés. On ne peut agir sur ces substances que quand elles ne sont pas encore parvenues dans le sang ou quand elles en sont sorties². »

« Est-ce à dire, comme l'ont prétendu les écoles vitalistes, que les propriétés physiques et chimiques des corps soient changées quand ils pénètrent dans l'économie, et que les forces vitales y suspendent l'action des forces inorganiques ? Il serait absurde de le supposer ; seulement,

¹ Trousseau et Pidoux, *Thérapeutique*, t. I, p. 359.

² Cl. Bernard, *Substances toxiques et médicamenteuses*, p. 93.

les conditions des phénomènes sont différentes de celles que nous avons l'habitude d'observer, et, par conséquent, les résultats diffèrent aussi. On peut admettre que l'organisme est un laboratoire de physique et de chimie ; mais il y a dans ce laboratoire un chimiste qui préside à tout, rapproche ou éloigne les substances, active ou empêche les réactions, et ce chimiste, c'est le système nerveux : « Les modifications physiologiques s'adressent en général directement au système nerveux, qui réagit à son tour sur les sécrétions et tient ainsi sous sa dépendance des manifestations qu'un premier examen porterait à regarder comme des actes purement physiques ou chimiques se produisant immédiatement sur les organes ou sur les liquides de l'économie. Nous verrons que les toxiques eux-mêmes qui agissent chimiquement ou physiquement sur les tissus doivent souvent leurs effets à l'action réflexe qui s'opère sur le système nerveux¹. »

« C'est donc au système nerveux qu'il faut s'adresser si l'on veut essayer de se rendre compte du mode d'agir des médicaments, et surtout à la partie de ce système qui préside aux fonctions de la vie organique.

« Je lis dans Giacomini : « Toutes les substances médicamenteuses portent leur impression sur le système nerveux ganglionnaire par l'intermédiaire du sang². »

« Malheureusement, l'influence du grand sympathique est encore peu connue ; tout ce qu'on en sait, c'est son action sur la circulation telle que je viens de l'exposer. Cette action bien simple, puisqu'elle consiste seulement à augmenter ou à diminuer le calibre des petits vaisseaux, a pourtant des conséquences capitales, comme je crois l'avoir montré. Ce serait donc un résultat bien important et l'on aurait fait un grand pas vers une thérapeutique rationnelle si, un médicament étant donné, on pouvait préciser nettement et sûrement quelle est son action à ce point de vue. « Si toutefois il est vrai, ainsi qu'on le croit généralement, que l'appareil des capillaires est soumis à des lois propres, il serait convenable de faire un ordre à part des médicaments qui exercent une action marquée sur cet appareil. » Il est vrai que ce serait retourner au mécanicisme ; mais, pour cette fois, ce serait du mécanicisme vivant. »

Après avoir examiné l'action physiologique d'un grand nombre de médicaments, M. de Pontevès formule cette loi : la quantité d'urine sécrétée est en raison directe de la tension artérielle.

« Donc, tous les diurétiques sont des excitants de la circulation. La digitale elle-même n'est plus l'*opium du cœur* : elle est tout simplement un excitant des capillaires et de plus un diurétique puissant. C'est ce que démontre journellement l'observation. »

« J'espère, dit en terminant M. de Pontevès, avoir suffisamment établi

¹ Cl. Bernard, *Substances toxiques et médicamenteuses*, p. 101.

² Giacomini, *Matière médicale*, p. 24.

l'importance de la contractilité vasculaire et des nerfs qui la commandent, et je crois fermement que M. Claude Bernard, en découvrant l'influence du grand sympathique sur la circulation, a rendu un immense service à la médecine. De plus, il a ouvert une voie nouvelle : l'étude analytique et expérimentale des fonctions, à l'état sain et à l'état pathologique.»

« M. Marey, dans son ouvrage sur la circulation, a montré toute la fécondité de cette méthode. Il faut espérer que cet exemple sera suivi et que nous assistons au commencement d'une révolution médicale. Il est temps enfin de mettre d'accord les écoles rivales des vitalistes et des organiciens, en les remplaçant toutes deux par la véritable médecine physiologique.»

Nous ne pouvons qu'encourager l'auteur de cette thèse à continuer ses recherches ; il y a dans cette voie une grande place à lui réservée.

N. PASCAL.

L'ÉCLAIRAGE A L'HUILE DE PÉTROLE ¹

§ IV. — CONSERVATION ET DÉBIT (*suite*).

Ces distilleries ont été placées par une lettre de M. le ministre de l'agriculture et du commerce à M. le préfet du Nord dans la première classe d'établissements *insalubres* (12 juin 1862).

Voilà pour les dangers d'incendie. Mais une autre question se présente : les vapeurs d'huile de pétrole, qui ont une odeur si pénétrante, sont-elles nuisibles à la santé ? Nous avons sur ce sujet l'avis d'un homme très compétent, le docteur Trench, de Liverpool.

Voici ce qui s'est passé. Il y a un peu plus d'un an, les fabricants d'essence de térébenthine de Liverpool effrayés de l'immense quantité d'huile de pétrole qui arrivait d'Amérique et craignant pour leur commerce une concurrence sérieuse, se plaignirent que les entrepôts renfermant l'huile de pétrole et situés au nord et au sud de la ville répandaient une odeur qui avait des propriétés malfaisantes et qu'un grand nombre de personnes habitant le voisinage en avaient été malades par une sorte d'empoisonnement. Le docteur Trench fut commis par la municipalité pour vérifier le fait, et il fit un rapport circonstancié où il déclara que l'odeur de pétrole n'était point insalubre. Les plaignants, pour se venger, firent renverser, comme par mégarde, une tonne d'huile de pétrole sous les fenêtres du docteur Trench.

L'innocuité du pétrole, sous ce rapport, se montre encore par la

¹ Voir la *Presse scientifique* des 16 juillet et 16 août.

bonne santé des ouvriers des distilleries. Ils sont, il est vrai, gênés un peu les premiers jours quand ils descendent dans les cuves pour vider les résidus de la distillation, mais ils se portent bien, et des anciens ouvriers interrogés par le docteur Duchenne ont déclaré n'avoir jamais été malades.

Des dangers existent dans d'autres conditions. Dans les dépôts importants, où le pétrole est accumulé en grande quantité, l'on en prend soin, mais c'est dans le commerce de détail qu'il existe du danger. Le nombre des débitants de pétrole au détail est inouï. Il n'y a pas de lampiste ni d'épicier qui ne vende de pétrole à l'heure qu'il est, et là aucune précaution n'est prise. Le pétrole y est manié avec bien peu de soin et par le premier venu. J'ai d'abord été effrayé de voir entre les mains de tout le monde ce liquide volatil et inflammable, et je m'attendais à voir signaler chaque jour de nombreux accidents. Eh bien, messieurs, après avoir recherché de tous côtés et m'être enquis de tous les accidents auprès de ceux qui semblent les plus renseignés, je les ai trouvés réellement bien rares. Je connais quatre cas de mort à la suite d'accidents arrivés dans le maniement du pétrole et un certain nombre de cas de brûlures, mais si je les rapproche de tout ce que je connais d'usage de ce liquide, ces accidents me semblent en réalité peu de chose.

Notre devoir, en présence d'un liquide inflammable mais non insalubre, dont les vapeurs deviendront peut-être un agent thérapeutique par la suite, est de signaler ces dangers d'incendie et d'indiquer les moyens de les éviter d'une part, de l'autre de rendre les accidents aussi peu graves que possible. Mais loin de le proscrire, nous espérons que l'expérience en pourra rendre l'usage inoffensif.

§ V

Usage domestique du pétrole.

Le pétrole rectifié n'offre pas autant de danger qu'on pourrait le croire, et on peut en répandre sans crainte d'accident s'il n'est pas échauffé ou s'il ne tombe pas trop près d'un foyer. Si l'on verse du pétrole dans une capsule large et plate et qu'on essaye d'y mettre le feu avec des allumettes enflammées, on n'y réussit pas aussi facilement qu'on pourrait le croire d'abord, et pour obtenir l'inflammation du liquide il faut maintenir des allumettes allumées par une extrémité et plongeant de l'autre dans le liquide, si elles en sont très imprégnées le liquide prendra feu. Pour rechercher les dangers que présente le pétrole dans ces conditions, j'en ai versé sur le parquet, à plusieurs reprises, et j'ai cherché à l'enflammer avec des allumettes très enflammées. Je ne suis parvenu qu'une fois à y mettre le feu en laissant l'allumette dans ce liquide ; la flamme est restée courte et bleuâtre, c'est-à-dire

que la combustion s'en faisait incomplètement. Encore n'y a-t-il eu qu'une très petite quantité de liquide qui ait brûlé.

J'en ai versé sur du marbre et ce liquide n'a pas pris feu en présence de l'allumette. J'en ai même versé sur le marbre d'une cheminée ou brûlait une masse de charbon de terre et le pétrole n'a pas pris feu, tandis que de l'essence de térébenthine dans les mêmes conditions donnait une grande flamme rouge et fuligineuse. Ces expériences sont loin d'offrir la rigueur de celles que j'ai rapportées plus haut, mais elles ont l'avantage de reproduire assez exactement ce qui se passe dans l'usage journalier.

Le public peut donc, en allant acheter du pétrole, s'assurer de son inflammabilité, c'est-à-dire qu'il a été suffisamment rectifié.

Les personnes qui emploient le pétrole comme moyen d'éclairage vont chercher ce liquide le plus souvent dans des bouteilles. Il y a là un danger, car les personnes chargées de la commission, et ce sont souvent des enfants, ne prennent pas toutes les précautions nécessaires. Les vases de verre sont fragiles, et, dans le transport, on s'expose à les briser et à renverser du pétrole dans des endroits où peuvent se trouver des foyers allumés et mettre le feu aux vêtements de l'imprudent. On a construit, pour obvier à cet inconvénient, des burettes en ferblanc qui n'ont par conséquent pas l'inconvénient de la fragilité. On les ferme avec deux obturateurs munis d'un pas de vis, qui ferment l'un le bec de l'appareil et l'autre le trou par lequel on introduit le liquide. Cet appareil est très bon et permet facilement le transport du pétrole à domicile, sans craindre les accidents.

Il n'y manque qu'un petit perfectionnement, c'est celui de retenir ces obturateurs au vase principal par des chaînettes qui font qu'ils ne s'égareront pas. Dans le cas ordinaire, ces obturateurs se perdent bientôt, et alors les bidons sont fermés par des bouchons ou simplement par du papier et perdent beaucoup de leur sécurité.

Quant à l'éclairage proprement dit, il se fait dans une lampe spéciale, qu'il est bon de décrire en peu de mots. Le pétrole est un liquide doué d'une force de capillarité suffisante pour monter facilement dans une mèche dont l'extrémité peut s'élever à plus de 10 centimètres au-dessus de la surface du liquide. Il en résulte qu'il n'existe aucun mécanisme dans la lampe à pétrole. Une mèche trempe dans le liquide par sa partie inférieure et est maintenue en haut par une gaine dans laquelle elle est mue par une petite roue dentée double que l'on met en mouvement avec la plus grande facilité. Puis la mèche est entourée d'une cheminée en verre.

La lampe se compose donc de trois parties : un réservoir, un bec et une cheminée de tirage ; chacune de ces parties a besoin de quelques conditions spéciales pour s'adapter utilement à l'usage du liquide.

Tout d'abord, la forme des récipients n'est pas indifférente. L'huile devant monter par capillarité, on doit, si on veut que la lampe éclaire régulièrement, faire que le niveau de cette surface varie le moins possible. Pour cela il suffit de donner au vase une bien plus grande étendue en largeur qu'en hauteur. Cette condition, fort bien remplie dans les lampes américaines, ne l'est pas souvent dans les lampes françaises qui ont conservé le système des lampes dites à modérateur. La matière employée pour construire le récipient a besoin d'être choisie également. Les lampes américaines sont presque toutes en verre ou en porcelaine transparente. C'est là une très bonne condition, qui évite la plupart des explosions.

En effet le plus grand danger d'explosion qu'il y ait à employer le pétrole existe au moment même où l'on remplit la lampe. Quand une lampe est transparente, on voit facilement la quantité qu'on verse et l'on ne craint pas de répandre imprudemment du liquide, et l'on peut en outre faire très bien cette opération soit pendant le jour, soit plus tard, loin d'une source lumineuse. Quand on se sert au contraire d'appareils métalliques on ne voit pas ce qu'on fait et le plus souvent on approche de l'ouverture de la lampe la flamme d'une bougie ou d'une chandelle, le feu prend soit à la veine liquide soit à des huiles volatiles et la lampe éclate. C'est ainsi que sont arrivés la plupart des accidents des lampes à pétrole.

J'ai vu pour ma part dans le service de M. Nélaton, à l'hôpital de la Clinique, une jeune fille brûlée de cette façon. Voici quelques détails de cet accident.

Une fille de vingt-six ans, Louise D., brocheuse, travaille dans un atelier où l'on emploie le pétrole pour l'éclairage.

La lampe étant épuisée de l'huile qu'elle contenait, on voulut la remplir de nouveau, on dévissa l'ajustage qui sert de bec, et l'on y versa de l'huile minérale. La fille D... tenait tout auprès une chandelle allumée destinée à faciliter l'opération. Tout à coup, le feu prit; une grande flamme s'échappa de l'orifice de la lampe, qui éclata presque aussitôt. La lampe qui était en métal se déchira et ne lança pas de projectiles, mais la fille D... eût la main droite brûlée. Quand j'allai la voir, je lui trouvai une brûlure au troisième degré, c'est à dire ayant atteint le derme de toute la surface palmaire et dorsale de la main. Cette plaie était en voie de guérison, mais il en résultera nécessairement pour la main une certaine raideur qui, pendant longtemps, ne lui permettra pas l'usage de tous ses mouvements. M. Duchène en raconte un semblable dans sa thèse. Il en existe bien d'autres, mais il est inutile de les rapporter. Il suffira de rappeler que, dans ce cas, les brûlures se font presque toujours aux mains.

Le bec qui renferme la mèche ne doit pas être trop long si l'on ne

veut épuiser la capillarité du liquide, mais il doit être assez long parce que la flamme reste suffisamment éloignée de l'huile et ne s'échauffe pas. Dans le cas où le bec est trop court, la lampe s'échauffe et si elle est en métal les soudures fondent, l'huile s'échappe, s'enflamme et expose à des dangers d'incendie. Ce fait est arrivé dans un atelier du quai des Grands-Augustins, et on a eu une certaine peine à éteindre la flamme que donnait le pétrole. Il faut qu'il y ait entre la face supérieure du récipient et la flamme une distance de 6 centimètres au moins pour que l'appareil ne s'échauffe pas trop.

Le bec est en général muni d'un diaphragme percé de deux ouvertures ; l'une oblongue est destinée à laisser passer la mèche et l'autre plus petite à laisser pénétrer l'air qui remplace le liquide sortant. Ce diaphragme ne doit pas être soudé, car la soudure fondrait trop facilement mais doit être enclavé solidement.

La combustion de l'huile de pétrole est très active à en juger par le fort rayonnement calorifique qu'elle fournit et l'échauffement des pièces supérieures de l'appareil. Aussi, pour diriger le courant d'air sur la flamme elle est enveloppée à sa racine d'une capsule en métal ou en porcelaine qui dirige sur elle la plus grande partie de la masse d'air qui passe par la cheminée de la lampe.

Le manchon qui entoure la flamme et sert de cheminée doit être très large au niveau de la flamme, et, pour l'adapter à la forme même de la mèche, qui est plate, et de la flamme qu'elle donne, on fabrique des verres aplatis, qui fonctionnent très bien. La mèche est en coton et ressemble à toutes celles de nos lampes à l'huile, elle s'emploie à plat et très rarement circulaire.

Cette sorte de lampe, dite lampe américaine, fonctionne très facilement, est peu coûteuse et n'est pas sujette à des réparations. Elle est très commode si elle est munie d'un pied à base large et pesante, pour ne pas être sujette à se renverser.

Rien n'est plus facile que d'allumer la lampe à pétrole ; mais, pour l'éteindre, il faut certaines précautions. Pour éteindre la lampe, on fait redescendre le bout supérieur de la mèche dans l'intérieur de la gaine. Mais alors qu'elle y est arrivée, il reste encore à la surface du bec une petite flamme bleuâtre qui invite à tourner encore le bouton pour faire descendre la mèche davantage ; il faut s'en bien garder, parce que l'on s'expose à faire tomber une mèche embrasée dans le récipient et déterminer une explosion. Ce cas s'est présenté chez un de nos confrères. L'explosion a été heureusement sans danger, par suite de la disjonction d'une soudure des parties inférieures de la lampe.

La lampe de pétrole une fois allumée donne une lumière jaune assez blanche, se rapprochant beaucoup de celle du gaz. Son pouvoir éclairant est très puissant et sa lumière, quoique se répandant moins bien

que la lumière d'une lampe à huile, n'en est pas moins très avantageuse. Je ne sache pas que la lampe de pétrole fatigue la vue; elle donne une lumière fixe, sans vacillement. Son pouvoir éclairant a été déterminé par M. Bolley à l'École polytechnique suisse. Les expériences ont été faites dans une pièce obscure, à parois peintes en noir, avec le photomètre de Bunsen, d'après la construction de Wright. Comme unité, on a adopté la lumière d'une bougie stéarique. Les huiles minérales ont été brûlées soit dans une lampe américaine, soit dans une lampe à schiste ordinaire. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant.

| Combustible | Densité | Point d'ébullition | Lampe américaine | | Lampe à huile de schiste | | Pouvoir éclairant de 20 grammes par heure | | Consommation pour la production de la même lumière | |
|-----------------------------------|---------|--------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|---|-----------------|--|-----------------|
| | | | Pouvoir éclairant | Consommation par heure | Pouvoir éclairant | Consommation par heure | Lampe américaine | Lampe à schiste | Lampe américaine | Lampe à schiste |
| | | | | | | | | | | |
| Bougie stéarique | » | » | 1 | 9gr 3 | 1 | 9,3gr | 2,15 | | 9,3 | |
| Pétrole de commerce (a) | 0.804 | 146° | 3,1 | 18 | 3,0 | 16 | 3,4 | 3,7 | 5,80 | 5,30 |
| — d'Amérique | 0.802 | 115 | 3,7 | 21 | 2,8 | 16 | 3,5 | 3,5 | 5,70 | 5,71 |
| — de commerce (b) | 0.800 | 142 | 3,4 | 17 | 3,4 | 18 | 4,0 | 3,8 | 5,00 | 5,30 |
| — (c) | 0.788 | 135 | 4,2 | 21 | 3,9 | 19 | 4,0 | 4,1 | 5,00 | 4,87 |
| Pétrole rectifié au laboratoire. | 0.791 | 132 | 4,2 | 20,5 | 3,4 | 17 | 4,1 | 4,0 | 5,01 | 5,00 |
| Pétrole de commerce (d) | 0.787 | 128 | 5,5 | 22 | 3,8 | 14 | 5,0 | 5,4 | 4,00 | 3,70 |

Il suit de ces données que si l'on prend pour base du calcul de la dépense les prix du commerce, c'est-à-dire le paquet de bougies stéariques à 444 grammes, à 1 fr. 40 c., ou les 500 grammes à 1 fr. 57 c., et 500 grammes d'huile de pétrole rectifiée à 60 c. ou 80 c., on arrive à admettre en moyenne qu'à éclairage égal l'emploi du pétrole est quatre fois plus économique que celui de la bougie et deux fois plus que celui de la chandelle.

La lampe à pétrole, quand elle brûle convenablement, ne répand aucune odeur. Je ne connais pas d'expérience qui puisse dire ce qu'elle brûle d'oxygène par gramme et par heure. Je crois volontiers ce chiffre plus élevé que pour l'huile; mais ce n'est là qu'une hypothèse. Quoi qu'il en soit, dans l'usage ordinaire, je n'ai vu personne s'en plaindre. J'ai même vu des gens atteints d'asthme et d'emphysème s'en servir sans voir leur respiration gênée. Dans tous les cas, nous serions loin de l'horrible atmosphère de nos réunions du soir.

En résumé, l'huile minérale de pétrole, qui est d'un prix si peu élevé et qui possède un pouvoir éclairant si remarquable, constitue un liquide précieux pour l'éclairage.

Les dangers que fait courir le pétrole sont nuls au point de vue de la santé, soit dans l'emploi domestique, soit dans le commerce auquel il donne lieu.

Le seul inconvénient sérieux est dans les craintes d'incendie. L'isolement des lieux d'exploitation et quelques mesures de précaution dans l'intérieur suffiront pour en mettre complètement à l'abri.

PROJET

d'instruction sur l'emploi de l'huile de pétrole comme liquide d'éclairage.

I. L'huile minérale de pétrole connue encore sous le nom d'huile minérale d'Amérique, d'huile du Canada, huile de Pensylvanie, n'est nullement insalubre, malgré sa mauvaise odeur.

II. L'huile de pétrole n'offre de dangers que par sa facilité à s'enflammer.

III. L'huile de pétrole rectifiée est moins inflammable que l'huile brute, et l'on peut y jeter des allumettes enflammées sans qu'elle prenne feu. C'est là un moyen de s'assurer tout à la fois qu'elle est plus pure et moins dangereuse. L'huile purifiée est en même temps plus claire et plus limpide que l'huile brute.

IV. Dans les habitations, le pétrole doit être conservé dans des bidons en métal, fermés avec des bouchons également en métal et fermant par un pas de vis. Il serait bon que ces bouchons fussent rattachés au bidon par de petites chaînettes.

V. Il est dangereux de se servir pour cet usage de bouteilles en verre, qui sont trop sujettes à se casser dans le transport.

VI. La lampe, dans la partie qui contient l'huile, doit être large et peu profonde, pour donner un éclairage régulier.

VII. Les lampes devront être construites de préférence en verre, en porcelaine ou en une autre matière transparente, pour éviter d'être obligé d'approcher une lumière quand on les remplit.

VIII. Le pied des lampes doit être large et pesant, pour donner de la stabilité à la lampe et l'empêcher de se renverser.

IX. Le bec des lampes doit être assez long pour qu'entre la flamme et la surface du liquide, il y ait au moins six centimètres. S'il était beaucoup plus long, la lampe brûlerait mal, et s'il était plus court, on

courrait risque de voir la lampe s'échauffer trop et la soudure se fondre.

X. Le bec doit être fermé par une cloison munie de deux ouvertures, l'une pour laisser sortir la mèche et l'autre pour laisser rentrer l'air. Cette cloison ne doit pas être soudée, mais être enclavée tout simplement.

XI. La flamme sera recouverte à sa racine par une capsule en métal ou en porcelaine.

XII. Quand on veut remplir ces lampes d'huile minérale, il faut autant que possible le faire de jour et y mettre la quantité d'huile nécessaire pour n'avoir plus à en ajouter quand elle fonctionne. Si on fait cette opération le soir, il faut avoir le plus grand soin de ne pas approcher de l'huile qu'on verse la flamme d'un autre objet d'éclairage. Sans cela, on courrait risque d'y mettre le feu et de produire une explosion toujours dangereuse.

Si l'on est forcé de remplir la lampe le soir, et si la lampe n'est pas transparente, on la tiendra loin de toute autre flamme.

Si la lampe n'est pas transparente, on ne s'éclairera, pour remplir la lampe, qu'avec un corps éclairant dont la flamme sera environnée d'une cheminée en verre.

XIII. Quand on veut éteindre une lampe, on baisse la mèche, et quand il ne reste plus qu'une petite flamme bleue, on souffle pour achever d'éteindre.

Il est dangereux de continuer à faire descendre la mèche; si elle tombait dans l'intérieur de la lampe, elle pourrait y mettre le feu et déterminer l'explosion.

XIV. L'éclairage à l'huile de pétrole n'a pas d'influence fâcheuse sur la vue; sa lumière fixe et toujours égale gardant toute son intensité jusqu'à la fin en fait un moyen précieux pour l'éclairage.

XV. En cas où le pétrole prendrait feu, c'est avec du *sable et non de l'eau* qu'on l'éteindrait.

En observant ces quelques précautions, on pourra jouir de tous les avantages de l'huile de pétrole sans en redouter les inconvénients.

DE CONSTANTIN PAUL.

MÉMOIRE

SUR

LES ENGRAIS EN GÉNÉRAL

ET

SUR LE PHOSPHO-GUANO EN PARTICULIER.

I. — *Principes généraux.*

Il est reconnu aujourd'hui que les engrais ne doivent être envisagés que comme des compléments.

Ils sont compléments par rapport aux plantes qu'il s'agit de cultiver et par rapport aux éléments contenus dans le sol sur lequel les récoltes doivent être obtenues.

En d'autres termes, tout le monde s'accorde maintenant à admettre qu'il y a une relation étroite entre la composition des plantes et celle du milieu où elles se développent, et que, pour diriger la production végétale, il y a d'abord à rechercher quels sont les éléments dont une plante déterminée se compose principalement, et ensuite à reconnaître si ces éléments se rencontrent dans le sol où l'on veut récolter cette plante dans des proportions en rapport avec ses exigences. De cette étude il doit résulter nécessairement l'une de ces trois conséquences :

1° Certains éléments sont absents en totalité de la terre arable ;

2° Tous les éléments retrouvés dans un végétal par l'analyse existent dans le sol, mais ils n'occupent pas dans celui-ci le même ordre d'importance que dans celui-là ;

3° Le sol présente une composition en parfaite harmonie avec celle de la récolte qu'on veut lui demander de produire.

Il est évident que, dans le dernier cas seulement, l'homme n'a rien à faire que de confier à la terre la semence qui doit germer et fructifier, si d'ailleurs elle rencontre des conditions physiques favorables à son développement ; dans les deux autres cas, le cultivateur a à pourvoir à ce qui manque à la terre arable ; il le fait par des engrais convenablement choisis.

Pendant longtemps, l'agriculture consista simplement à rendre la couche arable superficielle légèrement meuble en la grattant plutôt qu'en la remuant profondément, à semer et à récolter. On reconnais-

sait que, dans un temps plus ou moins long, tout champ d'abord très-fertile cessait de produire. On en concluait que la terre était alors fatiguée; on la laissait se reposer un nombre d'années plus ou moins grand, avant de revenir lui demander de nouvelles récoltes. De là, l'agriculture essentiellement nomade à laquelle on doit cependant cette observation que tels ou tels sols sont plus propres que d'autres à la culture de plantes déterminées.

Plus tard, on découvrit que les déjections du bétail favorisent singulièrement la production végétale, et le fumier fut inventé. On comprit que c'était un moyen de restituer au sol une partie au moins de la substance que les plantes y avaient puisée. L'agriculture put se fixer, fonder des villages et des villes vivant des produits de la terre et y trouvant l'objet d'un commerce important. Néanmoins, comme certaines terres ne pouvaient jamais porter de certaines récoltes, la spécialisation des sols pour telles ou telles cultures, spécialisation due à la volonté du Créateur ou à la nature, sans qu'on pût rien y changer, resta comme un fait hors de contestation. Comme aussi des sols qui avaient d'abord donné des récoltes précieuses cessaient de les fournir en égale abondance malgré les fumiers, la théorie de la nécessité du repos pour la mère nourricière de l'homme continua à être en honneur, à former une sorte d'article de foi agricole.

Une nouvelle conquête du cultivateur fut la découverte de l'action de la marne calcaire introduite dans quelques sols jusqu'alors impropres à la culture de certaines plantes et notamment à celle du froment. On commença à comprendre qu'il y avait des principes qui, manquant dans la terre, pouvaient y être introduits artificiellement pour guérir les sols argileux ou siliceux de leur inaptitude à donner des récoltes qu'on leur avait vainement demandées jusqu'alors. Les premières idées nettes sur le rôle des engrais commencèrent ainsi à poindre, mais elles restèrent longtemps obscures ou stationnaires, parce que quelques-uns suggérèrent que le calcaire ne faisait qu'amender le sol, et qu'il ne donnait pas un aliment aux plantes.

La découverte de l'action singulière du plâtre sur le trèfle et généralement sur ce qu'on a appelé les prairies artificielles, ébranla davantage les anciennes théories, en forçant à admettre comme évidente la propriété spéciale de certains corps d'exciter la végétation de certaines plantes. Mais il fallait, pour que la lumière se fit, les progrès de la chimie. Celle-ci ne put être appliquée aux choses de l'agriculture que dans les premières années de ce siècle, par quelques-uns des fondateurs de la science nouvelle, alors qu'elle reposa enfin sur des bases ou des faits véritables et non plus sur des propriétés mystérieuses échappant à l'intelligence de l'homme et ayant la prétention de s'imposer et non pas de se démontrer.

Alors, on commença par dénombrer les principes qui existent dans les végétaux, et on les sépara en deux classes : les principes dits organiques ou combustibles, et les principes minéraux ou restant à l'état de cendres après la combustion des plantes au contact de l'air.

On n'émit aucun doute sur l'origine de ces derniers ; ils étaient évidemment dus au sol arable. Seulement, il y avait à se demander s'ils étaient accidentels ou indispensables. Des analyses répétées sur des plantes venues dans les terres les plus diverses ne tardèrent pas à fixer l'opinion. On reconnut notamment que certains végétaux contenaient toujours de la potasse, quelques autres de la soude, tous de la chaux, mais en proportion plus ou moins grande selon les espèces, tous aussi de l'acide phosphorique, mais principalement les graines. Si par hasard un sol ne renfermait pas un de ces éléments, le végétal dont les cendres le contiennent généralement en grande quantité ne pouvait y prospérer. Ce fut là un trait caractéristique, qui illumina la science et la pratique. Seulement, comme c'est le propre de l'esprit humain, on exagéra le fait, et des hommes d'un génie cependant puissant n'hésitèrent pas à croire et à dire qu'il n'y a à s'occuper, pour obtenir des récoltes constamment abondantes, que de rendre à nos champs les substances minérales que les plantes leur enlèvent.

Mais les principes dits organiques ou combustibles qui disparaissent sous l'action du feu, c'est-à-dire d'une haute température en présence du contact de l'air, ne sont-ils pas aussi empruntés à la terre ? Ces principes sont essentiellement composés de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote diversement combinés, c'est-à-dire de corps simples qui se trouvent dans l'air atmosphérique, à l'état isolé (oxygène et azote), ou bien à l'état de composés (l'hydrogène dans la vapeur d'eau, le carbone dans l'acide carbonique). De là cette conséquence passée à l'état d'axiome aux yeux de l'école allemande, qu'il n'y a pas lieu de s'occuper de restituer au sol arable ces divers principes : les plantes les emprunteraient en totalité à l'atmosphère. Mais en est-il vraiment ainsi ? Des faits nombreux répondent négativement. On sait que les terres les plus fertiles sont celles qui renferment ce qu'on a appelé de l'humus, c'est-à-dire de la matière organique en décomposition et principalement des substances composées de carbone, d'hydrogène et d'oxygène. On a trouvé aussi que, dans l'air que contiennent les sols et sous-sols arables, il y a beaucoup plus d'acide carbonique que dans l'air atmosphérique. Enfin, la plupart des matières riches en azote exercent sur la végétation une puissante action et accroissent d'ordinaire les récoltes dans de fortes proportions. S'il est donc possible que les plantes se nourrissent de principes carbonés, hydrogénés, oxygénés et azotés qu'elles tireraient plus ou moins directement de l'atmosphère, il est néanmoins démontré

qu'elles ne présentent le plus souvent une végétation luxuriante qu'autant que la terre renferme ces principes en abondance ou bien qu'on les ajoute au sol sous forme d'engrais.

Pour aller davantage au cœur de la question, M. Boussingault, et, à sa suite, des chimistes de tous les pays, instituèrent des expériences directes de plusieurs sortes. Dans les unes, on établit la balance entre les éléments du sol préalablement analysés et ceux de la totalité des récoltes; il en ressortit que les seuls éléments qui se sont présentés en grand excédant dans les végétaux produits par rapport au sol producteur, sont ceux carbonés, hydrogénés et oxygénés. D'autres expériences entreprises dans des atmosphères limitées sur des plantes semées dans des terrains également limités, ont fait voir que l'azote, du moins pour les céréales et quelques autres plantes sur lesquelles on a opéré, n'est jamais dans la récolte en quantité plus grande que celle contenue à la fois dans le sol et les semences. De là on a conclu que l'azote a été introduit généralement dans les végétaux par les racines; qu'il est pris directement au sol et aux engrais; que si, selon toutes les apparences, il provient originairement de l'atmosphère, il a dû préalablement se combiner avec d'autres corps et passer à l'état d'ammoniaque ou de nitrates, parce que les sels ammoniacaux et les nitrates exercent sur la végétation une influence toujours très marquée, et parce que aussi l'on a vérifié la facilité avec laquelle, sous l'action de l'air, se forment ces combinaisons, quand les circonstances sont favorables, ainsi que cela a lieu dans le sol arable bien labouré. En conséquence, l'école dite française a fait passer à l'état d'axiome qu'il fallait surtout estimer l'azote dans les engrais. Pendant quelques années, les tables d'équivalents des matières fertilisantes furent uniquement fondées sur les dosages en azote. On ne niait pas que les autres principes renfermés dans les matières fertilisantes ne fussent de quelque utilité, mais on disait que ces principes étaient généralement fournis aux plantes en quantité bien suffisante par la nature, que l'azote manquant généralement au contraire, il fallait s'occuper surtout de l'introduire dans les champs; qu'on devait enfin estimer la valeur des engrais d'après leur richesse en azote, parce que c'était l'élément le plus précieux.

Cependant des expériences nombreuses, incontestables, montraient que le phosphate de chaux exerçait une puissante action sur la végétation des sols de la Bretagne, et généralement de tous les sols non calcaires, nouvellement défrichés, riches en humus plus ou moins acide. D'un autre côté, le phosphore est un élément assez rare dans beaucoup de terrains, mais il se retrouve toujours dans les plantes, et on a constaté souvent une certaine proportionnalité entre son abondance dans la terre ou dans les engrais et la richesse des récoltes. De là on conclut qu'il y avait lieu de tenir compte de la quantité de phosphore existant dans les

engrais, et on fit entrer le dosage de l'acide phosphorique pour une part proportionnelle à la valeur commerciale des phosphates dans l'évaluation des fumiers et des autres matières fertilisantes ; à côté de la table des équivalents des engrais fondée sur la détermination de l'azote, on en a placé une autre basée sur la détermination de l'acide phosphorique. Les agriculteurs furent avertis qu'ils devaient faire choix d'engrais plus spécialement azotés ou plus particulièrement phosphatés, selon la nature de leurs terres et aussi selon les résultats qu'ils se proposaient d'obtenir. Ce résultat important fut principalement dû aux travaux de MM. Boussingault et Payen.

Des conclusions à peu près semblables, mais moins catégoriquement exprimées, furent prises en ce qui concerne la potasse, parce qu'il fut démontré par quelques expériences que des engrais riches en potasse produisaient d'excellents résultats sur certaines récoltes dans des terrains où cet alcali était d'ailleurs très rare.

En résumé, on arriva à estimer tout engrais en y recherchant par l'analyse chimique l'azote, qu'on compte à raison de 2 francs le kilogramme ; l'acide phosphorique, qu'on compte à 0 fr. 50 ; la potasse qu'on évalue à 1 fr., le reste n'étant compté qu'à raison de 0 fr. 02 le kilogramme.

Ce fut là un grand progrès, parce que l'agriculteur eut dès lors en main des moyens de discussion de nature à le guider, pourvu qu'il prit garde de ne pas attribuer aux renseignements approximatifs ainsi fournis par la chimie une signification trop absolue.

II. — *De l'assimilation et de la solubilité.*

Les corps simples que présente la nature, et surtout ceux dont on reconnaît l'existence dans les végétaux, sont en bien petit nombre ; mais, d'un autre côté, les composés qu'ils peuvent former en se combinant deux à deux, trois à trois, quatre à quatre, dans les proportions les plus variées, sont en nombre presque indéfini. Qui songerait à dire que ces combinaisons, dont la multiplicité étonne non moins que la prodigieuse variété de leurs propriétés, ont, au point de vue des applications industrielles, la même valeur, parce que, dans le même poids de chacune, on trouverait, par exemple, la même quantité d'azote ? Qui penserait pouvoir estimer des matières colorantes, par exemple, à la vue de leur composition élémentaire, en évaluant d'une manière fixe le prix de leur carbone, de leur azote, etc. ? Ne faut-il pas surtout se préoccuper des qualités propres des composés ? Eh bien, ce qui est vrai des composés employés dans l'industrie et dans les arts, n'est-il pas vrai également des engrais ? Les plantes ne se nourrissent pas, après tout, de principes élémentaires ; elles absorbent et s'assimilent

des combinaisons et non pas des corps simples, et parmi les combinaisons qu'on met à leur disposition pour qu'elles les élaborent, il en est qu'elles devront préférer ; il en est d'autres qui, probablement, devront rester complètement inactives sur la végétation. Ainsi la composition élémentaire des engrais ne peut donner qu'une première approximation de leur efficacité et, par suite, de leur valeur relative ; il faut aller plus avant dans l'étude à peine ébauchée jusqu'à ce jour, il faut interroger les plantes et savoir interpréter leurs réponses, qui seront généralement complexes, parce qu'on ne pourra que bien rarement tomber sur des cas où l'interrogation elle-même n'aura présenté aucune équivoque, ou bien ne sera pas susceptible de plusieurs solutions.

Quand, par exemple, on emploie comme engrais le guano, auquel de ses principes peut-on attribuer l'efficacité ? On y trouve, à la fois, plusieurs matières azotées, des sels alcalins, des oxalates, des phosphates. D'ailleurs, sa composition n'est pas constante et, par suite, ses effets seront variables, sans qu'on puisse bien savoir la liaison de la diversité de composition et de la diversité d'action. Le noir animal, les phosphates minéraux, le fumier de ferme lui-même sont dans le même cas. Et puis, les sols sont plus variés encore, tant au point de vue chimique qu'au point de vue physique. Les sous-sols et enfin les eaux souterraines apportent en outre d'autres éléments de perturbation dans les expériences.

Néanmoins, malgré toutes les difficultés de l'expérimentation, il est démontré, par les résultats des cultures, que les principes azotés et phosphatés produisent d'autant plus d'effet immédiat et sont par conséquent d'autant plus assimilables pour les plantes, qu'ils sont ramenés à un état de solubilité plus grand. Il n'y a de limite pratique à cette loi théorique, que la nécessité d'empêcher des causes accidentelles d'enlever au sol les principes solubles avant que les végétaux aient pu s'en saisir. Il faut aussi faire en sorte que les matériaux mis à la disposition des plantes en une seule fois ne leur soient cependant livrés que peu à peu, au fur et à mesure de leurs besoins. Il est bien entendu d'ailleurs que ni l'azote ni le phosphore ne seront engagés dans des combinaisons qui, bien loin d'être utiles, seraient au contraire des sortes de poison pour les végétaux. Enfin, le sol ne devra pas être pourvu en excès de l'élément fécondant qu'on voudra lui apporter par l'addition d'un engrais, ou bien d'une autre substance qui rendrait insoluble ou non assimilable, par suite de réactions chimiques faciles à prévoir par un homme de la science, tel ou tel principe contenu dans la matière fécondante employée.

Les Anglais ont été les premiers à entrer dans la voie nouvelle dont nous essayons de faire comprendre toute l'importance. Avant tous autres, ils ont tenu compte de la solubilité des principes azotés et phosphatés pour apprécier la valeur des engrais. Nous définirons

justement l'école agronomique anglaise en disant qu'elle estime à un prix plus haut l'azote des engrais quand il est engagé sous forme de combinaisons ammoniacales ou de nitrates, et l'acide phosphorique quand il est combiné sous forme de sel soluble.

C'est sous l'influence de ces idées que les agronomes anglais ont tenu, avant tous ceux du reste de l'Europe, en haute estime le *guano*, ou *húano*, dont Alexandre de Humboldt signalait l'énergique puissance fertilisante au commencement de ce siècle, sans trouver alors autre chose que l'indifférence ou l'incrédulité. Le *guano*, en effet, contient plus de matières solubles, principalement ammoniacales, que tous les autres engrais ; mais il faut prendre garde cependant qu'il y a *aguano* et *guano*.

En outre, les agronomes anglais ont les premiers proclamé que la solubilité des phosphates présente non moins d'intérêt que celle des principes azotés, parce qu'il n'y a pas de végétal qui ne contienne du phosphore et que, nous l'avons dit précédemment, il est en général en très-petite quantité dans les terrains soumis à la culture. Aussi a-t-on cherché dans la Grande-Bretagne, avant tout autre pays, à fournir aux plantes, par l'invention des superphosphates, du phosphore, ou, autrement dit, de l'acide phosphorique (32 de phosphore avec 40 d'oxygène = 72) qui fussent directement assimilables.

Le phosphore qu'on veut faire élaborer par les végétaux ne se présente en général que sous la forme de phosphate de chaux, mais on connaît trois phosphates calciques. Le plus ordinaire de ces phosphates est le phosphate tribasique, ou à peu près le phosphate des os, qu'on rencontre aussi dans le sein de la terre sous la forme de coprolithes et sous celle de quelques autres minéraux, plus ou moins mélangé avec du phosphate de fer, des matières siliceuses et alumineuses et du carbonate de chaux ; il se trouve en outre dans le *guano*. Il a pour formule $\text{PhO}^3, 3 \text{CaO}$, ou 72 d'acide phosphorique avec 84 de chaux = 156. Il est tout à fait insoluble dans l'eau pure, mais il se dissout peu à peu dans les acides et dans l'eau qui contient divers sels alcalins ou ammoniacaux.

Le second phosphate de chaux connu en chimie est le phosphate bibasique, qui a pour formule $\text{PhO}^3, 2 \text{CaO}$, ou 72 d'acide phosphorique avec 56 de chaux = 128. Il est peu soluble dans l'eau pure, mais pour se dissoudre il exige moins d'acide ou moins de sels que le précédent.

Enfin vient le phosphate monobasique, que les chimistes agronomes anglais nomment ordinairement *biphosphate* ou phosphate acide de chaux. Il a pour formule PhO^3, CaO , ou 72 d'acide phosphorique avec 28 de chaux = 100. Il est soluble dans l'eau.

Les deux derniers phosphates calciques contiennent, comme on le voit, pour la même quantité d'acide phosphorique, l'un le tiers, l'autre les deux tiers de la chaux renfermée dans le premier. On passe de ce-

lui-ci aux deux autres en enlevant la proportion de chaux nécessaire par une quantité d'acide suffisante, par exemple par 49 d'acide sulfurique concentré ou monohydraté pour obtenir le second, et 98 du même acide pour avoir le dernier, toujours contre 156 de phosphate tribasique ou des os. L'acide sulfurique fait alors du sulfate de chaux ou plâtre avec la chaux qu'il neutralise.

C'est sur cette théorie qu'est fondée la fabrication du superphosphate des Anglais. Ils traitent le phosphate des os ou celui des coprolithes par plus ou moins d'acide sulfurique, qui donne du plâtre en se combinant avec une partie de la chaux de la matière, et laisse à côté de lui un phosphate moins calcaire; ils ont, en outre, généralement soin que de la matière organique et des sels divers soient en contact intime avec les molécules du produit.

Comme conséquence de cette théorie sur les phosphates moins calcaires que celui des os, les Anglais estiment à un plus haut prix l'acide phosphorique entré dans une combinaison chimique qui le rend facilement soluble, que l'acide phosphorique du phosphate ordinaire. Ils tiennent ainsi compte de la solubilité ou de la faculté d'être plus facilement assimilable. Pour le même dosage en acide phosphorique ou en azote, deux engrais sont payés à Londres à des prix très-différents, selon le degré de la solubilité de leurs éléments. C'est là une notion nouvelle, qui n'a pas encore cours en France, mais qu'il nous paraît nécessaire de faire soumettre, à la vérification de l'expérience. C'est elle qui a donné naissance au phospho-guano, sur lequel nous voulons appeler particulièrement l'attention, parce qu'il nous permettra de mieux faire comprendre l'évolution qu'accomplit aujourd'hui la chimie agricole. Nous devons faire remarquer ici que, d'après Berzélius, le phosphate des os serait un peu moins chargé de chaux que le phosphate tribasique des chimistes; il aurait pour formule $3 \text{ Ph O}^5, 8 \text{ Ca O}$, au lieu de $3 \text{ Ph O}^5, 9 \text{ Ca O}$. Peut-être ce fait expliquerait-il en partie la propriété qu'a le phosphate des os d'être un peu plus facilement soluble que le phosphate fossile.

III. — Des conditions de l'assimilation des engrais dans la terre.

— Expériences de vérification.

Nous venons de le dire, une des conditions essentielles de l'efficacité de toutes les matières fertilisantes, c'est qu'elles soient assimilables pour les végétaux dans un temps convenable ou, en d'autres termes, qu'elles soient douées d'une solubilité suffisante pour se présenter aux racines, de manière à entrer à propos dans le tissu végétal, à faire partie des sucs qui constitueront la sève. Si la solubilité est très-faible, la matière fertilisante ne sera absorbée ou assimilée que dans un temps

très long, et, chaque année, en quantité si petite, que l'effet de l'engrais paraîtra presque nul, et ne payera pas la rente du capital représentant son prix d'achat et les frais de son transport, de son épandage et de son enfouissement. Un excès de solubilité peut, d'un autre côté, être nuisible, parce que les parties vertes des plantes évaporant beaucoup d'eau, il peut arriver que les matières salines, abandonnées ainsi en trop grande quantité dans les tissus végétaux, oblitérent les canaux séveux.

Il ne faut pas compter d'une manière générale sur les propriétés dissolvantes des sols arables par rapport aux engrais. Cette propriété dissolvante est réelle pour les terrains nouvellement défrichés de l'ouest et du centre de la France, où le noir animal et tous les autres phosphates peuvent, en conséquence, produire beaucoup d'effet. Mais, ainsi que M. Moll et moi nous l'avons constaté et expliqué il y a douze ans, il suffit de mélanger à la terre arable une substance neutralisante de ses propriétés acides, de la chaux ou de la cendre, par exemple, pour que l'action du noir animal et des phosphates fossiles soit réduite à néant.

Voici un autre fait qui démontre qu'une certaine association des matières qui composent les engrais est indispensable pour assurer leur efficacité. Dans les terrains qui contiennent du calcaire, le noir animal pur ne donne aucun résultat; au contraire, le noir des raffineries, qui contient du sang et des matières albumineuses, est assez actif, mais il l'est moins que les râpures d'os ou les os concassés, à dosages égaux de matières azotées.

Dans la Grande-Bretagne, on a remarqué, depuis une vingtaine d'années, que les os seuls ou le phosphate de chaux naturel ne produisent que des effets peu sensibles, mais qu'au contraire les cendres d'os rendues solubles exercent une action très notable, laquelle devient beaucoup plus énergique si, à la matière minérale on incorpore intimement de la matière organique azotée, ou des sels alcalins ou ammoniacaux. De là est venue, avons-nous déjà vu, la fabrication des superphosphates, qui a pris tant d'extension en Angleterre.

D'un autre côté, tout le monde sait les excellents effets que donne le guano quand il est répandu en couverture par un temps convenable, alors qu'une humidité suffisante, mais non très grande, peut en amener la dissolution et répandre ses principes dans toutes les parties du sol accessibles aux racines des plantes. Si le guano a été semé par un temps sec et qu'il n'y ait que du soleil ou du vent pendant plusieurs jours, on n'en obtient absolument aucun effet. Que conclure de ce résultat, si ce n'est que l'action de l'air sec et de la lumière détruit, ou dissipe, ou altère certains éléments qui cessent d'être assimilables immédiatement? L'addition du sel ordinaire, sans doute du sel principa-

lement mélangé de chlorure de magnésium, et, pour ce fait, plus hygrométrique, conserve, dans une certaine mesure, ainsi que nous, le premier, l'avons démontré, l'action fécondante du guano, et démontre encore l'importance ou la convenance de certains rapports à maintenir entre les éléments d'un engrais. S'il survient, après l'épandage du guano, une pluie prolongée, qui entraîne ses éléments trop solubles et le décompose, son efficacité est également paralysée. Deux causes contraires amènent ainsi l'inertie de l'engrais, et réduisent à néant les efforts et les espérances du cultivateur.

En d'autres termes, la richesse absolue en matières azotées et en matières phosphatées n'est pas suffisante pour rendre compte des effets qu'on doit attendre d'un engrais; ce n'est qu'une première approximation, dont l'adoption a été un grand service rendu par la science à la pratique; mais il faut maintenant chercher quelles sont les espèces particulières de matières azotées ou phosphatées que contient toute substance fertilisante et voir s'il y a un rapport convenable entre les unes et les autres.

Si, par exemple, les matières azotées dominent, ainsi que l'a remarqué M. Liebig, l'effet de l'engrais se manifestera par une luxuriante pousse des feuilles, par une abondante récolte de paille; mais on n'obtiendra pas des grains en proportion.

L'emploi des engrais liquides provenant des vidanges des villes a prouvé depuis longtemps la vérité de ce principe; il donne de l'herbe, il n'est pas avantageux pour la production du blé.

Le guano péruvien lui-même, qui produit dans presque tous les sols des effets énergiques, mais peu durables, et souvent contrariés par les circonstances météorologiques, présente un trop grand excès de matières azotées susceptibles de se transformer en ammoniacque, eu égard aux substances minérales assimilables, et notamment au phosphate de chaux.

De là vient que l'emploi répété du guano dans une terre amène une sorte de stérilité que les fermiers anglais appellent *maladie du guano*, et qu'on ne peut combattre que par l'usage de matières minérales convenables. Et, en effet, quand à un sol on ajoute des matières ammoniacales, elles forment, avec les éléments de ce sol, une combinaison d'où la plante tirera plus tard sa nourriture; mais si ces matières ammoniacales deviennent excessives par rapport aux éléments minéraux assimilables, il résulte de leur emploi une sorte de stérilité au lieu d'un accroissement de fertilité. Aussi, on comprend que M. Lawson, le célèbre et justement estimé marchand grainetier d'Edinburgh, puisse donner ce qu'il appelle le phospho-guano comme préférable au guano du Pérou, à cause de la plus grande solubilité du phosphate que ce nouvel engrais contient, et en raison de la meilleure

combinaison des divers éléments qui le composent, ainsi que nous le verrons plus loin.

L'acide carbonique provenant de l'air ou de l'oxydation de l'humus de la couche arable, se dissolvant dans l'eau pour pénétrer dans la sève des plantes, a la propriété bien connue de rendre soluble le carbonate de chaux en le transformant en bicarbonate ; de même, cet acide carbonique, dissous dans l'eau, peut enlever au phosphate de chaux insoluble des os (phosphate tribasique) une partie de sa chaux pour faire du bicarbonate de chaux et laisser un phosphate de chaux doué de solubilité parce qu'il contient une moins forte proportion de chaux, parce qu'il n'est plus que bibasique ou monobasique. Si un sol contient à la fois du carbonate de chaux et du phosphate tribasique, il arrivera le plus souvent que l'acide carbonique de la sève n'attaquera que le premier composé. Quelquefois même, eût-on mis dans le sol du phosphate soluble, même de l'acide phosphorique pur, ainsi que l'a fait un habile chimiste agronome du département du Nord, M. Corenwinder, on ne constatera aucun avantage, aucun excédant de récolte ; le carbonate de chaux gardera une action prédominante ; il neutralisera l'action des phosphates ; il se dissoudra seul dans la sève circulant des racines dans tout le végétal. Mais si de la matière organique a été à l'avance incorporée convenablement au phosphate, les choses pourront se passer autrement, même dans un sol calcaire. A l'endroit où les racines de la plante suceront leur aliment, la transformation de la matière organique entraînera immédiatement la dissolution du phosphate en contact intime avec elle, et l'action fécondante du phosphate se produira.

Ainsi, on comprend comment du phosphate seul ne donne aucun effet, tandis qu'un phosphate combiné avec des matières organiques azotées et en proportion convenable sera doué d'une énergique efficacité. On conçoit encore, en vertu des mêmes principes, comment du phosphate déjà soluble, intimement incorporé, dans de justes doses, avec des matières organiques transformables partiellement en ammoniacque, sera plus avantageux à employer que du guano du Pérou et des sels ammoniacaux, ou bien que du phosphate tribasique pur.

Il est bien entendu que, dans la pratique, les faits que nous exposons ne seront vérifiés, dans tous leurs détails, qu'autant que les conditions dans lesquelles la végétation s'accomplira seront celles qui conviennent aux récoltes à obtenir ; des accidents météorologiques, un retard dans l'époque des semailles ou dans celle de la moisson, une sécheresse exceptionnelle ou des pluies extraordinaires peuvent compromettre le succès, et, frappant inégalement sur des champs qui se touchent, faire disparaître la possibilité d'une comparaison absolument juste. Mais, cette réserve faite, la pratique prouve que la solubilité d'une part,

et la bonne combinaison des éléments des engrais d'autre part, jouent un rôle qui peut balancer et même renverser les effets qu'on pourrait attendre de la théorie uniquement basée sur la proportionnalité de l'action fécondante et de la richesse en azote ou en acide phosphorique. Voici, à l'appui de cette conclusion, des expériences démonstratives faites; en 1859, sur les terres de l'Ecole d'agriculture de Cirencester, en Angleterre; il s'agit de navets de Suède récoltés sur des parcelles de terre juxtaposées :

| Nos des expériences. | Nature et quantité d'engrais par hectare. | Produits par hectare. | Accroissement par hectare par rapport à la parcelle sans engrais. | Azote total de l'engrais employé. | Acide phosphorique total de l'engrais employé. |
|----------------------|---|-----------------------|---|-----------------------------------|--|
| 1. | 38,085 kil. de fumier de ferme..... | kil. 47,062 | kil. 9,702 | kil. 228.5 | kil. 182.8 |
| 2. | 38,085 kil. de fumier de ferme et 254 kil. de superphosphate..... | 44,025 | 6,665 | 229.4 | 233.6 |
| 3. | 380 kil. de superphosphate.. | 44,645 | 7,285 | 1.2 | 76.0 |
| 4. | 127 kil. de superphosphate.. | 44,025 | 6,665 | 0.9 | 25.4 |
| 5. | 304 ⁸ de superphosphate.... | 53,692 | 16,332 | 1.0 | 61.0 |
| 6. | 380 kil. de gypse (sulfate de chaux hydraté)..... | 42,440 | 5,080 | 0.0 | 0.0 |
| 7. | 254 kil. de superphosphaté et 127 kil. de guano du Pérou..... | 47,155 | 9,795 | 19.5 | 66.0 |
| 8. | 380 kil. de guano du Pérou.. | 47,947 | 10,587 | 54.6 | 45.6 |
| 9. | 127 kil. de sulfate d'ammoniaque..... | 40,352 | 2,992 | 26.7 | 0.0 |
| 10. | <i>Pas d'engrais</i> | 37,360 | " | " | " |
| 11. | 380 kil. de poudre d'os fine. | 46,925 | 9,565 | 13.7 | 103.7 |
| 12. | 254 kil. de sulfate d'ammoniaque..... | 42,892 | 5,532 | 53.3 | 0.0 |
| 13. | 388 kil. d'engrais pour turneps..... | 50,962 | 13,602 | 21.8 | 49.4 |
| 14. | 127 kil. de nitrate de soude. | 47,130 | 9,770 | 20.8 | 0.0 |
| 15. | 762 kil. d'engrais pour turneps..... | 51,687 | 14,327 | 43.7 | 99.1 |
| 16. | 380 kil. de sel ordinaire.... | 40,150 | 2,790 | 0.0 | 0.0 |
| 17. | 380 kil. de cendres d'os dissoutes..... | 52,775 | 15,415 | 0.0 | 63.5 |
| 18. | 380 kil. de cendres d'os dissoutes et 127 kil. de sulfate d'ammoniaque..... | 51,665 | 14,305 | 26.7 | 63.5 |
| 19. | 380 kil. de sulfate de potasse..... | 43,230 | 5,870 | 0.0 | 0.0 |
| 20. | 380 kil. de cendres d'os dissoutes et 127 kil. de nitrate de soude..... | 53,387 | 16,027 | 20.8 | 63.5 |
| 21. | 38,085 kil. de fumier de ferme et 380 kil. de superphosphate..... | 43,982 | 6,622 | 129.7 | 258.8 |
| 22. | 38,085 kil. de fumier de ferme et 380 kil. de superphosphate..... | 45,475 | 8,115 | 129.7 | 258.8 |

Il est bien évident, d'après ce tableau, qu'il n'y a eu ici aucune proportionnalité entre les rendements de la terre et les richesses en azote ou en acide phosphorique de l'engrais. L'explication de l'efficacité plus ou moins grande des engrais doit être cherchée dans l'association des principes immédiats et non pas dans les doses des éléments simples, quoiqu'il soit certain que des matières qui ne contiennent ni azote ni acide phosphorique exercent généralement peu d'action.

L'autre série d'expériences qui suit conduit à des conséquences analogues. Elle a été faite en 1860 par M. Campbell, dans le comté d'Ayr, en Écosse; elle porte également sur des navets de Suède :

| Nos des expé- riences. | Nature et quantité d'engrais employé par hectare. | Produits par hectare. | Accroissement par hectare par rapport à la moyenne des parcelles sans engrais. | Azote total de l'engrais employé. | Acide phosphorique total de l'engrais employé. |
|---------------------------|---|--------------------------|---|---|---|
| — | — | — | — | — | — |
| | | kil. | kil. | kil. | kil. |
| 1. | <i>Pas d'engrais</i> | 43,163 | » | » | |
| 2. | 190 kil. de sulfate d'ammo- niaque..... | 47,942 | 6,050 | 39.9 | 0.0 |
| 3. | 380 kil. de sulfate d'ammo- niaque..... | 53,002 | 11,110 | 79.8 | 0.0 |
| 4. | 254 kil. de sulfate d'ammo- niaque et 254 kil. de cendre d'os rendue soluble..... | 66,440 | 24,543 | 53.3 | 32.4 |
| 5. | 635 kil. de cendre d'os ren- due soluble..... | 67,964 | 26,082 | 0.0 | 106.0 |
| 6. | 635 kil. de poudre d'os ren- due soluble..... | 63,111 | 21,219 | 0.0 | 106.0 |
| 7. | 889 kil. de cendre d'os ren- due soluble..... | 63,385 | 21,493 | 0.0 | 148.5 |
| 8. | 380 kil. de cendre d'os ren- due soluble..... | 60,936 | 19,044 | 0.0 | 63.5 |
| 9. | 1,270 kil. de cendre d'os ren- due soluble..... | 62,300 | 20,408 | 0.0 | 212.1 |
| 10. | 762 kil. de <i>phospho-guano</i> | 76,966 | 35,074 | 19.3 | 114.2 |
| 11. | <i>Pas d'engrais</i> | 40,622 | » | » | » |
| 12. | 762 kil. de guano du Pérou.. | 80,000 | 38,108 | 111.2 | 91.4 |
| 13. | 1,397 kil. de poudre d'os ren- due soluble..... | 77,258 | 35,366 | 233.3 | 0.0 |

On voit notamment par les expériences 10 et 12 de ce tableau que le *phospho-guano*, qui contient peu d'azote, a agi presque aussi éner-
giquement que le guano du Pérou, dosant six fois plus d'azote,
mais moitié d'acide phosphorique.

Il est donc bien évident que la solubilité et principalement celle des
phosphates a la plus grande efficacité sur les résultats à attendre des
engrais. Les autres expériences qui suivent, faites par M. Vœlcker, le
savant chimiste de la Société d'agriculture d'Angleterre, sur des tur-
neps, rendront le fait plus saillant encore :

| Nos des expé- riences. | Nature et quantité d'engrais employés par hectare. | Produits par hectare. | Accroissement par hectare par rapport à la moyenne des parcelles sans engrais. | Azote total de l'engrais employé. | Acide phosphorique total de l'engrais employé. |
|------------------------------|---|--------------------------|---|---|---|
| — | — | — | — | — | — |
| | | kil. | kil. | kil. | kil. |
| 1. | 380 kil. de guano du Pérou.. | 22,633 | 5,911 | 54.6 | 45.6 |
| 2. | 190 kil. de phospho-guano.. | 22,730 | 6,008 | 3.8 | 29.7 |
| 3. | 380 kil. de phospho-guano.. | 26,126 | 9,404 | 9.7 | 60.4 |
| 4. | 190 kil. de sulfate d'ammo- niaque. | 13,480 | » | 39.9 | 0.0 |
| 5. | Pas d'engrais. | 16,722 | » | » | » |

On voit encore que le sulfate d'ammoniaque a paru nuisible aux récoltes de racines, et que le phospho-guano, dans lequel nous allons constater une forte proportion de phosphates solubles, leur a été au contraire éminemment favorable. Des résultats analogues et également décisifs ont été obtenus pour des pommes de terre, des betteraves, des herbages, des fèves, de l'avoine.

On a fait cette objection que, une fois dans le sein de la terre, un phosphate acide redevenait presque aussitôt tribasique, par suite de sa combinaison avec l'élément calcaire du sol. Cela peut arriver; mais dans ce cas le phosphate tribasique produit se présenterait à un tel état de division moléculaire que sa solubilité serait beaucoup plus grande que celle des phosphates pulvérisés artificiellement, et par conséquent l'explication des faits produits ne serait pas changée. Dans tous les cas, ce sont les corps en contact intime, avec les phosphates, qui font leur solubilité et rendent compte de leurs effets, qu'il suffit ici de constater.

IV. — *Le phospho-guano.*

Le phospho-guano présente un exemple très net d'un engrais qui, beaucoup moins azoté que le guano du Pérou, mais beaucoup plus riche en acide phosphorique à l'état immédiatement soluble que celui-ci, agit cependant avec une énergie au moins égale sur la végétation. Nous devons nous y arrêter d'une manière toute particulière. Voyons d'abord sa composition.

Le phospho-guano, d'abord appelé guano phospho-péruvien, est tiré d'après une note du docteur Cameron, professeur de chimie à Dublin, de roches qui se trouvent former des récifs autour d'îlots sous les tropiques; il se présente en masses denses, formées de couches concentriques, qui, dit-on, ont une composition parfaitement constante. Est-il, après son extraction, soumis à quelque manipulation spéciale? C'est ce que nous croyons, sans pouvoir donner de détails circonstanciés sur le fait et lui-même, M. Peter Lawson, qui l'a mis dans le commerce et en a cédé la vente pour la France à MM. Gallet Lefebvre et C^e,

ne s'explique pas à ce sujet, mais il déclare qu'il a une composition constante et qu'il est caractérisé par la très grande proportion de phosphates solubles qu'il contient, combinée avec de l'ammoniaque en quantité suffisante pour le besoin des plantes. Cette affirmation a été contrôlée par un très grand nombre de chimistes qui sont tous arrivés à des résultats suffisamment concordants, quoique ayant opéré sur des échantillons prélevés sur des phospho-guanos d'époques très différentes.

En 1862, nous avons reçu un échantillon de phospho-guano des mains de M. Lawson, et nous lui avons trouvé la composition suivante :

| | |
|--|--------|
| Eau..... | 11.71 |
| Matières organiques azotées..... | 14.20 |
| Acide phosphorique à l'état soluble correspondant à 24.53 de phosphate des os..... | 11.29 |
| Acide phosphorique à l'état insoluble correspondant à 10.68 de phosphate des os..... | 4.89 |
| Acide sulfurique..... | 29.46 |
| Silice..... | 2.33 |
| Chaux..... | 23.10 |
| Magnésie..... | 0.18 |
| Potasse et soude..... | 0.39 |
| Ammoniaque toute formée..... | 0.30 |
| Chlore, oxyde de fer et perte..... | 2.19 |
| Total..... | 100.00 |

Azote total 2.19 0/0 correspondant à 2.66 d'ammoniaque.

Nous avons fait connaître cette analyse dans le *Journal d'Agriculture pratique*. (T. I, de 1862, p. 612, n° du 5 juin).

En traitant le phospho-guano par l'eau chaude, de manière à déterminer la proportion immédiatement soluble, nous avons alors obtenu les résultats suivants :

| | |
|--|--------|
| Eau..... | 11.71 |
| Matières organiques et sels ammoniacaux..... | 15.16 |
| Matières minérales facilement solubles dans l'eau pure..... | 23.74 |
| Matières minérales difficilement solubles ou insolubles dans l'eau pure..... | 49.39 |
| Total..... | 100.00 |

Nous avons, en 1862, conclu de cette analyse :

« Nous ne croyons pas qu'il existe un autre engrais contenant de pareilles proportions de matières solubles à la fois azotées et phosphatées, et disposées de manière à être assimilées par les plantes. A ce point de vue, le guano phospho-péruvien est tout à fait digne d'attention. »

Depuis 1862, le phospho-guano a été successivement analysé en France par MM. Malaguti, Bobierre, Houzeau, qui sont arrivés à la même conclusion que nous. Seulement, il nous paraît que la quantité

de phosphate soluble est maintenant notablement plus forte qu'à l'origine. Cette modification serait une amélioration.

M. Malaguti a trouvé les résultats suivants :

| | Humide | Desséché 100° |
|--|--------|------------------|
| Substances organiques azotées..... | 17.50 | 19.02 |
| Eau..... | 8.00 | " |
| Phosphate de chaux soluble..... | 20.00 | 21.73 |
| Phosphate de chaux insoluble associé à un peu de phosphate de fer et de phosphate de magnésie..... | 11.20 | 12.17 |
| Silice, en partie gélatineuse..... | 2.50 | 2.71 |
| Sels solubles à base { de potasse..... de soude..... de magnésie..... d'ammoniaque..... | 3.87 | 4.20 |
| Sulfate de chaux..... | 36.93 | 40.17 |
| | 100.00 | 100.00 |
| Azote dont une partie à l'état d'ammoniaque..... | 2.70 | 2.93 |

M. Malaguti a ajouté à son analyse cette considération : « Je m'abstien-
drai de comparer cet engrais avec le bon guano du Pérou, puisque celui-
ci est un agent essentiellement azoté, tandis que l'autre est un agent
principalement phosphaté. Néanmoins, il faut reconnaître qu'il n'y a
pas à hésiter, quand il s'agira de *cultures granifères*, entre un engrais
comme le Guano du Pérou, qui pousse au développement des feuilles,
à cause de son azote, et un autre engrais comme le phospho-guano,
qui, à cause de ses phosphates solubles, doit principalement favoriser
le développement des graines. »

M. Bobierre, de Nantes, a obtenu de son côté les résultats sui-
vants :

| | | |
|--|--------|-------------------------|
| Humidité..... | 10.60 | |
| Matières organiques et sels ammoniacaux..... | 13.68 | |
| Sable..... | 2.50 | |
| Matières solubles composées de sels alcalins, acide sulfurique en excès et phosphate acide de chaux.. | 27.00 | Somme des phosphates |
| L'acide phosphorique de ces matières solubles équi- vaut en phosphate de chaux des os, à..... | " | 31.73 |
| Phosphate de chaux des os | 8.94 | 8.94 |
| Sulfate de chaux..... | 37.28 | 40.67 |
| | 100.00 | |

Azote, 2.68 p. 0/0.

Enfin, M. Houzeau, de Rouen, a trouvé :

| | | | |
|--|-------|------------------|-------|
| Eau..... | 11.82 | Phosphate des os | — |
| Silice et matières minérales insolubles dans les acides..... | 4.40 | | — |
| Phosphate de chaux soluble (Ca Q, 2° KO, P^4 O 3)..... | 21.31 | } | 24.39 |
| Phosphate de chaux insoluble uni à du phosphate de fer et de magnésie..... | 11.88 | | 11.88 |
| | | | 36.27 |
| Sulfate de potasse..... | } | | |
| — de soude..... | | | |
| — d'ammoniaque, représentant 2.74 d'ammoniaque..... | | | |
| — de chaux (en grande quantité)..... | | 50.85 | |
| Acide sulfurique libre | } | | |
| Matières organiques azotées..... | | | |
| Nitrate de potasse..... | | 0.04 | |
| | | 100.00 | |
| Azote à l'état d'ammoniaque o/o..... | 2.260 | | |
| — de nitrate de potasse..... | 0.005 | | |
| — de matière organique..... | 0.330 | | |
| | | 2.595 | |

Nous venons de faire, en juillet 1864, l'analyse d'un nouvel échantillon de phospho-guano que nous ont remis MM. Gallet Lefebvre et compagnie, comme provenant de chez M. Lawson, et nous avons trouvé pour la composition :

| | | | |
|--|--------|-------------------------------|-------|
| Eau..... | 13.48 | | |
| Matières organiques azotées, combustibles ou volatiles (non compris l'ammoniaque)..... | 24.12 | Somme du phosphate tribasique | — |
| Acide phosphorique à l'état soluble, correspondant à 36.02 de phosphate tribasique..... | 16.50 | | 36.02 |
| Acide phosphorique à l'état insoluble, correspondant à 4.39 de phosphate tribasique..... | 2.01 | | 4.39 |
| Acide sulfurique (anhydre)..... | 17.43 | | 40.41 |
| Silice (à l'état insoluble)..... | 1.22 | | |
| Chaux..... | 20.50 | | |
| Magnésie..... | 0.46 | | |
| Potasse..... | 0.50 | | |
| Ammoniaque toute formée..... | 2.79 | | |
| Alumine, oxyde de fer, traces de chlore, perte..... | 0.99 | | |
| Total..... | 100.00 | | |

Azote total : 2.43 p. 0/0, correspondant à 2.95 d'ammoniaque.

MM. Gallet Lefebvre et compagnie, nous ont communiqué trois résultats d'analyses faites par M. Vœlcker, qui a trouvé, pour l'azote total, 3.11, 3.17 et 2.97, nombres un peu plus élevés que le nôtre, 2.43; mais des différences d'un demi pour 100 dans la richesse en azote d'un engrais n'ont rien qui puisse étonner; elles sont comprises dans les limites des erreurs expérimentales, d'une part, et des variations de composition, d'autre part.

En traitant ce phospho-guano par l'eau chaude, de manière à déter-

miner la proportion immédiatement soluble et l'analyser, nous avons obtenu :

| | | | |
|---|-------------------------------|--------|---------|
| Partie soluble | Eau..... | 13.48 | } 59.53 |
| | Matières organiques..... | 4.39 | |
| | Ammoniaque..... | 2.79 | |
| | Acide sulfurique anhydre..... | 8.69 | |
| | Acide phosphorique..... | 16.50 | |
| | Chaux..... | 14.36 | |
| Matières insolubles ou difficilement solubles dans l'eau..... | | 40.45 | |
| Total..... | | 100.00 | |

L'azote du phospho-guano paraît être en très grande partie engagé sous forme d'ammoniaque (2.79 sur 2.95), et particulièrement sous forme de sulfate d'ammoniaque, car l'ammoniaque toute formée se retrouve dans la partie soluble avec un léger excès d'acide sulfurique. Le phospho-guano est lui-même notablement acide.

Quoiqu'il en soit de ces résultats qui jettent quelque jour sur la manière dont le phospho-guano est fabriqué, on voit que cet engrais, depuis 1862, a surtout gagné en acide phosphorique à l'état soluble, maintenant 16.50 au lieu de 11.29 en 1862. Ce que nous disions alors est donc vrai *à fortiori* : c'est de tous les engrais le plus riche que nous connaissions en acide phosphorique à l'état soluble; il contient de cet acide, engagé sous forme soluble, le double environ de ce que renferme les bons superphosphates des engrais et cinq ou six fois plus que les meilleurs guanos.

En Allemagne, M. Liebig s'est occupé à plusieurs reprises du phospho-guano; il s'est attaché à le comparer au guano du Pérou, et il n'a pas hésité, dans la note suivante, à le considérer comme supérieur à ce dernier :

« 1. Le mot *Guano* » n'indique pas un produit de qualité et de composition déterminées, mais au contraire un composé de choses très dissemblables, identiques toutefois dans leur origine et qui servent à atteindre le même but. Le mot *Guano* ou plutôt *Huano* (de *Huanu*) signifie dans le langage des Incas *Fumier* ou *Engrais*.

» 2. Je connais parfaitement l'engrais désigné sous le nom de phospho-guano.

» 3. En 1860, j'ai analysé plusieurs échantillons de phospho-guano prélevés à de longs intervalles; il était désigné alors sous le nom de guano phospho-péruvien.

» Au mois de mai de la même année, j'ai publié, dans le *Journal de la Société d'agriculture de Bavière*, le résultat de mes analyses et mon opinion sur la grande valeur que j'attribuais à cet engrais pour l'agriculture, recommandant aux fermiers de l'Allemagne d'en faire l'essai, prévoyant qu'il donnerait de meilleurs résultats qu'aucun autre engrais.

» 4. Au mois de juillet 1863, je recevais du docteur Auguste Voelcker, chimiste consultant de la Société royale d'agriculture d'Angleterre, un échantillon de phospho-guano avec le certificat qu'il avait été prélevé par lui-même sur des tas d'environ 10,000 tonnes, et en même temps je recevais du docteur Thomas Anderson, chimiste consultant de la Société d'agriculture d'Ecosse, quatre échantillons de phospho-guano prélevés par lui, sous certificats, sur une quantité d'environ 10,000 tonnes.

» 5. J'ai analysé avec le plus grand soin les quatre échantillons reçus du docteur Anderson et celui du docteur Voelcker. J'ai trouvé la composition suivante :

| Sur 100 parties | Echantillons du Dr Anderson. | | | | Echantillon du Dr Voelcker. |
|---|------------------------------|----------|----------|----------|-----------------------------|
| | No 1. | No 2. | No 3. | No 4. | No 5. |
| Acide phosphorique..... | 19.431 | 18.275 | 19.203 | 21.613 | 19.144 |
| (Contenant acide phosphorique soluble)..... | (16.945) | (17.728) | (17.728) | (20.795) | (17.04) |
| Ammoniaque..... | 3.314 | 3.420 | 3.385 | 3.515 | 3.410 |
| Potasse..... | 0.327 | 0.250 | 0.250 | 0.165 | 0.250 |

» 6. Pour l'homme de science, il n'est pas sans intérêt de savoir que le guano qui forme la base de la composition du phospho-guano renferme de la potasse; c'est une circonstance qui le distingue matériellement des phosphates de l'Estramadure, d'Amberg, etc., qui sont d'origine minérale et ne proviennent pas de dépôts de guano. Dans l'échantillon de phospho-guano brut (tel qu'il est importé), qui m'a été envoyé par le docteur Voelcker, j'ai trouvé 0.799 p. 0/0 de potasse.

» 7. Je connais parfaitement l'engrais appelé guano du Pérou, m'étant occupé pendant plusieurs années à en étudier la nature, son action sur le sol et ses effets sur les récoltes.

» 8. Le professeur Way, qui a analysé 78 échantillons de guano du Pérou, a trouvé sur 100 parties :

| | Moyenne. | Au plus bas. | Au plus haut |
|---|----------|--------------|--------------|
| Phosphate de chaux..... | 22.78 | 10.07 | 28.65 |
| Matières organiques et sels ammoniacaux.... | 52.05 | 45.17 | 59.00 |
| (Contenant azote)..... | (13.61) | (11.17) | (17.08) |

» Ma propre expérience me permet de certifier la rectitude de ces analyses et je trouve une moyenne de 10 à 12 p. 0/0 d'acide phosphorique et 0.6 p. 0/0 de potasse dans le guano du Pérou.

» 9. La quantité d'azote que renferme le guano du Pérou ne correspond pas à son équivalent d'ammoniaque, le plus riche en ammoniaque contenant rarement plus de 7 p. 0/0; le reste d'azote est sous forme d'acide urique, exalique, etc., qui n'ont aucune action connue sur la végétation.

» 10. Le guano du Pérou diffère complètement du phospho-guano par la couleur, l'odeur et surtout par l'aspect général. Pour quiconque

a vu une seule fois du phospho-guano, il est impossible de le confondre avec le guano du Pérou.

» 11. Le guano du Pérou se distingue d'ailleurs chimiquement des autres guanos par les deux composants : l'acide oxalique et l'acide urique ; comme ceux-ci s'y trouvent toujours et qu'au contraire on ne les rencontre jamais dans les autres guanos, il est impossible de confondre d'autres guanos avec celui du Pérou.

» 12. Des recherches minutieuses ont prouvé récemment que l'acide oxalique participait à l'efficacité du guano du Pérou, en ce sens qu'il rendait soluble une partie de l'acide phosphorique qui ainsi devenait plus assimilable.

» Le guano du Pérou produit par conséquent un effet beaucoup plus prompt que les autres guanos, et la faveur dont il jouit dans l'agriculture est entièrement due à la prompte dissolution de son acide phosphorique.

» 13. Les effets qui sont produits par l'acide oxalique du guano du Pérou sont beaucoup mieux obtenus par l'acide sulfurique que renferme le phospho-guano.

» 14. Il est donc possible de faire un mélange de phosphates solubles de guano avec des sels ammoniacaux dans des proportions meilleures et plus efficaces que celles qui existent dans le guano du Pérou, ainsi que le prouve la composition du phospho-guano.

» 15. Les opinions tendant à établir les causes de l'efficacité du guano ont été longtemps divisées. On pensait d'abord que son efficacité provenait de l'ammoniaque ou des parties azotées qu'il renferme, et c'est pour cette raison que le guano du Pérou, étant plus riche en azote, prévalut sur les autres sortes qui sont moins riches en éléments de cette nature.

» 16. L'expérience acquise en Angleterre, en Allemagne et en d'autres contrées a maintenant prouvé que c'était une erreur de croire que l'efficacité du guano du Pérou résultait surtout de l'azote qu'il renferme. Au contraire, la majeure partie des terres qui ont reçu le guano du Pérou ont servi à démontrer que cet engrais apporte beaucoup trop d'azote et que cet excès d'azote nuit à la terre et la rend impropre à la culture des navets et des plantes fourragères. Beaucoup d'agriculteurs qui, au commencement, considéraient le guano du Pérou comme le meilleur des engrais ne l'emploient plus ; d'autres ne l'emploient qu'en petites quantités.

» 17. L'expérience nous a appris, au contraire, à estimer davantage les engrais riches en acide phosphorique comme l'est le phospho-guano. La pratique a prouvé qu'ils sont nécessaires pour rendre à la terre la force qu'elle a perdue et pour augmenter les récoltes. Leur effet est certain et les champs dans lesquels on les emploie sont améliorés pour

longtemps. Partant de ce point, on peut se faire maintenant, je le pense, une idée exacte de la valeur du phospho-guano.

» 18. Depuis longtemps, beaucoup d'agriculteurs emploient avec succès un mélange de guano du Pérou et d'acide sulfurique, mais un mélange de superphosphate de chaux et de guano du Pérou a été trouvé bien meilleur et plus efficace; cependant la valeur de ce mélange est de bien loin dépassée par le phospho-guano.

» 19. Un pareil mélange par parties égales, c'est-à-dire 50 parties de guano du Pérou avec 50 parties de superphosphate de chaux (renfermant 20 p. 0/0 en tout d'acide sulfurique) contient :

| | | |
|--|---|-------------------------|
| dans les 50 parties de guano du Pérou..... | } | 3 5 ammoniacque. |
| | | 0.3 potasse. |
| dans les 50 parties du superphosphate de chaux.. | | 5.5 acide phosphorique. |
| | | 10.0 dito. |
| Total d'acide phosphorique..... | | 15.5 |

» La moyenne des analyses du phospho-guano, indiquée § 5, démontre que cet engrais renferme dans 100 parties :

| Phospho-guano. | | Mélange par parties égales du guano du Pérou et de superphosphate de chaux. |
|---------------------------------|---------|---|
| Total d'acide phosphorique..... | 19.537* | 15.5 |
| Ammoniacque. | 3.409 | 3.5 |
| Potasse. | 0.240 | 0.3 |

* Correspondant à phosphate des os 42.3.

» 20. Ces exemples démontrent que dans 100 parties de phospho-guano, l'agriculteur donnera à sa terre 26 p. 0/0 d'acide phosphorique *de plus* qu'avec le mélange indiqué ci-dessus du guano du Pérou avec du superphosphate de chaux par parties égales. L'avantage au point de vue de l'amélioration du sol est encore plus en faveur du phospho-guano, si on prend en considération la quantité d'acide phosphorique *soluble* qu'il renferme.

» 21. Le superphosphate de chaux du commerce contient rarement plus de 12 p. 0/0 et la majorité de celui qui est vendu en Angleterre ne renferme pas plus de 10 p. 0/0 d'acide phosphorique à l'état soluble. La quantité moyenne de l'acide phosphorique soluble que renferme le guano du Pérou n'excède pas 3 p. 0/0.

» 22. Dans un mélange de guano du Pérou et de superphosphate de chaux, il y en a :

| | |
|---|-----------------------|
| Dans les 50 parties du guano du Pérou..... | 1.5 |
| Dans les 50 parties de superphosphate | 6.0 |
| Total d'acide phosphorique.... | 7.5 à l'état soluble. |

» 23. Dans 100 parties de phospho-guano, il y en a 19,537 (moyenne des analyses mentionnées § 5) d'acide phosphorique, dont 18,027 sont solubles.

» 24. En conséquence, le phospho-guano contient plus du double d'acide phosphorique *soluble* qu'un mélange fait par moitié de guano du Pérou et de superphosphate de chaux, ce qui prouve, comme je l'ai déjà dit, la haute valeur du phospho-guano.

» 25. Je n'ai jamais vu un engrais qui, eu égard aux excellentes proportions de sa composition et à l'abondance des parties efficacement *solubles* qu'il renferme, puisse être comparé au phospho-guano.

» 26. Le phospho-guano, par sa composition parfaite et régulière, surpasse très certainement *les meilleures qualités* du guano du Pérou, et son *efficacité toute supérieure* ne peut laisser aucun doute. »

Un grand nombre de chimistes anglais se sont occupés du phospho-guano; nous nous contenterons de citer leurs noms sans rapporter leurs analyses, qui ne font que confirmer les résultats déjà mentionnés; ce sont : MM. *Voelcker*, chimiste consultant de la Société royale d'agriculture d'Angleterre; — *Anderson*, chimiste de la Société d'agriculture des Highlands et d'Écosse, professeur de chimie à l'Université de Glasgow; — *Apjohn*, chimiste de la Société royale d'agriculture d'Irlande, professeur de chimie à l'Université de Dublin; — *Hodges*, professeur d'agriculture à Queen's College, Belfort, et chimiste de la Société chimico-agricole d'Ulster; — *Cameron*, professeur de chimie à la Société chimique de Dublin; — *Edmond W. Davy*, professeur de chimie agricole à la Société royale de Dublin; — Dr *Stevenson Macadam*, professeur de chimie analytique à l'école des chirurgiens d'Édimbourg; — le professeur *Way* de Londres, ex-chimiste de la Société royale d'agriculture d'Angleterre; — feu le Dr *George Wilson*, professeur de technologie à l'université d'Édimbourg; — le professeur *Herapath*, de Bristol.

Nous ne citerons, parmi les opinions de ces savants, que celle du docteur Cameron; elle suffit pour apprécier les jugements écrits par tant d'autorités. Le docteur Cameron s'exprime ainsi :

« L'excellence du phospho-guano devient évidente, si on le compare à des guanos phosphatés inférieurs ou à d'autres engrais fabriqués avec les os, les coprolithes, l'apatite, etc. Pour chaque, 10 p. 0/0 de phosphates *solubles* contenus dans ceux-ci, on trouve au moins 30 p. 0/0 de sulfate de chaux hydraté, tandis qu'une quantité de matières sans valeur, ou à peu près sans valeur fertilisante, sont *nécessairement* ajoutés par suite des procédés de fabrication. Pour obtenir, de n'importe laquelle de ces matières, une quantité de phosphate de chaux soluble égale à celle que donne le phospho-guano, il faudrait produire 70 p. 0/0 de sulfate de chaux hydraté.

» Le phospho-guano contient, dans son état naturel, de 30 à 35 p. 0/0 d'acide phosphorique anhydre, combiné avec 30 à 40 p. 0/0 de chaux, de magnésie, de soude et d'ammoniaque : *c'est presque le double de la quantité de cet acide que l'on trouve dans les os et les autres substances avec lesquelles on fabrique les superphosphates.*

» Dans le phospho-guano, il y a en moyenne 50 p. 0/0 de phosphate de chaux dont la moitié environ est immédiatement soluble dans l'eau et dont le reste est naturellement plus soluble que le phosphate des os. »

Ces résultats sont un peu plus élevés que ceux que nous avons obtenus, mais sans que les différences qu'on peut signaler puissent influencer sur les conséquences à déduire des analyses.

La pratique agricole a du reste répondu, en Angleterre, aussi favorablement que les chimistes. D'après des notes que nous a remises M. Lawson, qui, bien qu'intéressé dans la question, peut certainement être considéré comme faisant autorité, à cause de la longue honorabilité de sa maison et du grand crédit qu'il s'est acquis en Angleterre, un total de 498 expériences faites avec le phospho-guano dans la Grande-Bretagne, sur des terres de différentes natures et sur des récoltes de navets, betteraves, fèves, pommes de terre, etc., a donné 487 fois des résultats bons ou très bons, 10 fois des résultats douteux, 1 fois un résultat mauvais. Mais ce qui est surtout remarquable au point de vue de la question que nous achevons d'élucider, c'est que, sur 87 expériences faites comparativement avec le guano du Pérou et le phospho-guano, ce dernier s'est montré supérieur au premier 56 fois ; égal, 27 fois ; inférieur, 4 fois seulement.

Nous croyons devoir citer quelques-unes de ces expériences, afin de rendre la démonstration plus complète.

I. — *Le Lincoln, Rutland et le Stamford Mercury*, rapportent qu'un concours ayant été ouvert pour la meilleure récolte de navets de Suède par M. Richardson, le prix, consistant en une coupe d'argent, a été accordé pour le champ ayant reçu du phospho-guano. Chaque concurrent devait opérer sur 2 acres (81 ares environ), et faire la même dépense en engrais par acre (62 fr. 50). La récolte fut constatée le 16 février 1859 par un jury qui avait surveillé l'ensemencement et tous les travaux.

II. — L'expérience suivante a été faite avec le *phospho-guano* et des os préparés sur des navets globe blanc, à la ferme de Lilburne Tower, près Wooler. Les engrais ont été répandus, et l'ensemencement a été fait le même jour, 12 juin 1860.

Les différents lots ont été arrachés, nettoyés et pesés avec soin, sans racines ni feuilles, le 23 janvier 1861. On était sur une terre franche à

navets et à orge de qualité médiocre et uniforme, avec sous-sol argilo-sablonneux. Les résultats par acre (40 ares 43) ont été :

| Nature des engrais. | Quantité employée. | Dépense. | Poids de la récolte. |
|-------------------------------|--------------------|-------------|----------------------|
| — | — | — | — |
| Phospho-guano. | kil. 203 | fr. 60 c. » | kil. 26,137 |
| Os dissous de Townsend.. | 203 | 45 » | 24,527 |
| — de Lawes. | 203 | 35 » | 22,419 |
| — de Blayden. | 203 | 35 » | 21,396 |
| — de Colbeck. | 203 | 38 » | 20,613 |

III. — Des expériences faites chez M. John Scott Dudgeon, à Spylaw, près Kelso, sur des navets de Suède après pommes de terre, ont donné les résultats suivants :

| Nature des engrais. | Dépense par acre. | Produit. |
|----------------------|-------------------|-------------|
| — | — | — |
| Guano du Pérou. | fr. 43 c. 75 | kil. 13,444 |
| Phospho-guano. | 42 50 | 17,605 |

IV. — M. Robert Hardie, à Harrietfield, Kelso, a obtenu sur navets globe blanc :

| Nature des engrais. | Doses. | Dépense. | Produit. |
|----------------------|----------|-------------|-------------|
| — | — | — | — |
| Guano du Pérou. | kil. 203 | fr. 70 c. » | kil. 20,903 |
| Phospho-guano. | 203 | 61 80 | 20,903 |

V. — Chez M. Adam Calder, Yetholm Mains, à Kelso, avec une semence formée d'un mélange de navets globe blanc et de bullacte jaune à collet violet, on a eu :

| Nature des engrais. | Quantité. | Dépense par acre. | Produit. |
|----------------------|-----------|-------------------|-------------|
| — | — | — | — |
| Guano du Pérou. | kil. 254 | fr. 87 c. 50 | kil. 30,683 |
| Phospho-guano. | 254 | 70 » | 32,319 |

VI. — Chez M. John Dove d'Eccles, à Newton, Roxburg, dans une terre ayant reçu en automne quinze charretées de fumier de ferme par acre (40 ares 43), on a obtenu en navets, les engrais pulvérulents ayant été ajoutés au moment de la semaille :

| Nature des engrais. | Quantité. | Dépense. | Produit. |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|
| — | — | — | — |
| Guano du Pérou. | kil. 101,50 | fr. 35 c. » | kil. 11,517 |
| Phospho-guano. | 101,50 | 51 25 | 16,844 |

Sur un autre champ, ayant également reçu en automne quinze charretées de fumier de ferme par acre, ensemencé le 23 juin en navets globe blanc, on a trouvé :

| Nature des engrais. | Quantité. | Dépense. | Produit. |
|---------------------|-----------|----------|----------|
| | kil. | fr. c. | kil. |
| Guano du Pérou..... | 101,50 | 35 » | 12,935 |
| Phospho-guano..... | 101,50 | 31 25 | 13,293 |

VII. — Chez M. William Scott, à Mossilee, toujours avec navets, globe blanc, on a trouvé :

| Nature des engrais. | Quantité. | Dépense. | Produit. |
|---------------------|-----------|----------|----------|
| | kil. | fr. | kil. |
| Guano du Pérou..... | 203 | 65 | 24,353 |
| Phospho-guano..... | 203 | 60 | 24,353 |

VIII. — Chez John Munro, à Fairnington, Roxburg, encore avec des navets de Suède, on a obtenu :

| Nature des engrais. | Dépense par acre. | Produit. |
|-------------------------------------|-------------------|----------|
| | fr. c. | kil. |
| Phospho-guano..... | 46 50 | 13,800 |
| Guano de Bolivie..... | 53 50 | 13,597 |
| Os dissous et phospho..... | 49 15 | 12,398 |
| Os dissous et guano de Bolivie..... | 49 75 | 11,771 |

IX. — Chez M. R. Ewart, à Borgue House, Kirkendbright, navets de Suède (Ashcroft's Swede), on a :

| Nature des engrais. | Dépense. | Produit. |
|---------------------|----------|----------|
| | fr. c. | kil. |
| Guano du Pérou..... | 65 15 | 18,280 |
| Phospho-guano..... | 64 75 | 19,709 |

X. — M. A. B. Telfer, agriculteur du comté d'Ayr, bien connu par un grand nombre d'expériences, notamment sur l'emploi des engrais liquides, s'exprime ainsi, au sujet de la comparaison du phospho-guano avec d'autres engrais :

« On s'accorde à reprocher au guano du Pérou le désavantage de favoriser la pousse de la moutarde sauvage, tandis que dans le même champ, on en voit à peine un pied dans les parcelles fumées avec le phospho-guano. Voici, à ce sujet, ce que dit M. Smith d'un essai fait sur de l'orge : « L'orge fumée avec le phospho-guano leva plus tôt » que celle qui avait reçu du guano du Pérou ; il y avait moitié plus » de pieds, absence complète de moutarde sauvage. Elle fut bonne à » récolter quinze jours plus tôt, tandis que la parcelle fumée avec le » guano du Pérou était tellement étouffée par la moutarde sauvage, » qu'elle mûrit imparfaitement. Les tiges de la moutarde étaient si » fortes, qu'elles furent très difficiles à couper. M. Hendrie, de Bilston » a constaté le même fait dans de l'avoine, quoique à un degré moins » prononcé. »

Les résultats suivants donnés par des expériences faites comparativement avec différents engrais du commerce, sont intéressants à connaître. Dans le plus grand nombre des cas, on a constaté un avantage en faveur du *phospho-guano* s'élevant dans quelques-uns jusqu'à 25 p. 0/0, tandis que, dans les cas où le *guano du Pérou* l'a emporté, l'avantage n'est pas de plus de 5 p. 0/0. Dans une expérience sur l'*avoine*, indépendamment de ce qu'il a été récolté avec le phospho-guano, 9 *quarters* 1/2, contre 8 *quarters* 3/4 avec le guano du Pérou (le quartier égale 290 lit. 75), la valeur de l'avoine estimée par M. Dykes du Moulin hollandais, à Ayr, était de 2 fr. 50 par *quartier* supérieur pour le phospho-guano : soit, pour la valeur de la récolte d'une acre (40 ares 43) : phospho-guano, 296 fr. 85 ; guano du Pérou, 251 fr. 55.

La supériorité du phospho-guano pour les betteraves et les fèves a été très marquée, comme le prouvent des essais faits à la ferme de Bils-ton, Ayr, sous la direction de M. J. Hendrie :

1^{er} Sur des *navets* semés le 1^{er} juillet et récoltés le 9 novembre 1860, dans une argile compacte mal drainée, on a trouvé :

| Nature des engrais. | Dépense à raison de | | | Produit | | |
|---------------------------------|---------------------|----|--------------------|---------|----|--------|
| | fr. | c. | kil. | fr. | c. | kil. |
| Phospho-guano..... | 15 | » | le quintal (50.73) | 95.60 | | 15,682 |
| Guano du Pérou..... | 15 | 90 | — | 95.60 | | 12,856 |
| Guano de l'Amérique du Sud..... | 7 | 50 | — | 95.60 | | 9,195 |

2^e Avec des *navets* semés le 12 juin, arrachés le 8 novembre, on a trouvé :

| Nature des engrais. | Dépense en engrais moitié fumier de ferme. | | Produit. |
|--|--|----|----------|
| | fr. | c. | |
| Phospho-guano..... | 47.50 | | 23,092 |
| Guano du Pérou, 1 ^{re} qualité..... | 47.50 | | 24,304 |
| Guano sud-américain de Stephens et C ^{ie} (Glasgow) | 47.50 | | 21,674 |

3^e Avec de l'avoine, on a eu :

| Nature des engrais. | Quantité par acre. | Poids. |
|---------------------|--------------------|--------|
| — | — | — |
| | kil. | kil. |
| Phospho-guano..... | 152 | 1,228 |
| Guano du Pérou..... | 152 | 1,130 |

4^e Une expérience faite à Cuning Park, Ayr, chez M. W. Walker, sur des betteraves semées le 1^{er} mai, arrachées le 25 octobre, a donné :

| Nature des engrais. | Quantité avec une demi-fumure de fumier de ferme. | | Produit par acre. |
|---------------------|---|--------|-------------------|
| | — | — | |
| | kil. | kil. | |
| Phospho-guano..... | 152 | 28,412 | |
| Guano du Pérou..... | 152 | 23,084 | |

XI. — Des expériences faites chez M. John Barclay, au château de Sanderstone, East Neuk de Fife, sur des navets blancs avec le phospho-guano et le guano du Pérou, à poids égal, ont donné :

| Nature des engrais. | Produit par acre. | |
|---------------------|-----------------------------|----------------------------|
| | 1 ^{re} expérience. | 2 ^e expérience. |
| | kil. | kil. |
| Phospho-guano..... | 35.985 | 34,957 |
| Guano du Pérou..... | 32.779 | 32,474 |

XII. — *Le North British agriculturist* rapporte en ces termes des expériences faites chez M. Richard Todd, au château de Balcomie, Fifeshire :

« Avec des navets jaunes à collet violet (Shirving's), semés le 12 juin 1858, arrachés et pesés le 11 janvier 1859, dans un sol léger, on a eu :

| Nature des engrais. | Quantité. | Dépense. | Produit par acre écossaise. |
|--|-----------|----------|-----------------------------|
| | kil. | fr. c. | kil. |
| 1. Guano du Pérou..... | 355 | 120 30 | 23,026 |
| 2. Phospho-guano..... | 355 | 105 » | 24,576 |
| 3. Pas d'engrais..... | » | » | 13,445 |
| 4. 14 doubles charretées de fumier de ferme, à 6 fr. 25... | » | 87 50 | 15,484 |
| 5. 14 <i>idem</i> , et 177 k. phospho-guano..... | » | 140 » | 20,000 |

Dans un sol argileux, sur la même nature de récolte, avec les mêmes quantités d'engrais, on a trouvé encore par acre écossaise :

| Nature des engrais. | Produit. |
|--|----------|
| | kil. |
| 1. Phospho-guano..... | 21,329 |
| 2. Guano du Pérou..... | 15,920 |
| 3. Pas d'engrais..... | 5,834 |
| 4. Fumier de ferme..... | 10,086 |
| 5. Fumier de ferme et phospho-guano..... | 18,518 |

XIII. — Chez M. Poustie de Carstairs Mains, Lanarck, on a obtenu avec des pommes de terre et en employant du *phospho-guano*, mis en comparaison avec le *guano du Pérou de Gibbs* à dose égale par acre écossaise.

| Nature des engrais. | Quantité employée. | Produit par acre écossaise. |
|----------------------|--------------------|-----------------------------|
| | kil. | kil. |
| Phospho-guano..... | 254 | 10,045 |
| Guano du Pérou..... | 254 | 8,929 |
| Phospho-guano..... | 127 } | 8,929 |
| Fumier de ferme..... | 11.414 } | |

XIV. — *Expériences faites en France.* — Les navets sont peu cultivés en France, et il était par conséquent intéressant de savoir si, pour

nos récoltes habituelles, on arriverait chez nous à des résultats identiques à ceux constatés en Angleterre. L'expérience a été faite l'an dernier en Sologne, sur la ferme impériale de la Motte-Beuvron et sur celle de la Grillaire, puis dans les Landes, encore sur les terres du domaine impérial. Voici les résultats qui nous ont été communiqués :

A la Motte-Beuvron, sur une pièce d'avoine de printemps de 1 hect., le phospho-guano, à la dose de 200 kil., coûtant 66 fr. 60 c., a produit 1,940 kil. de grain et 2,110 kil. de paille, d'une valeur totale de 334 fr. 90 c.

Le guano du Pérou, à la même dose, coûtant 74 fr., a produit 1,975 kil. de grain et 2,100 kil. de paille, valant 339 fr. 50 c. La différence de dépense des deux engrais étant de 7 fr. 40 c. en faveur du phospho-guano et celle du produit du guano du Pérou étant de 4 fr. 60 c. seulement, le premier a donné une économie de 2 fr. 80.

Sur 1 hect. de prairie naturelle, 150 kil. de phospho-guano, coûtant 49 fr. 95 c., ont donné 2,650 kil. de foin, valant 212 fr. La même quantité de guano du Pérou ayant coûté 55 fr. 50 c., a produit 2,500 kilog. de foin valant 200 fr. Le phospho-guano a produit une augmentation de récolte de 150 kil., valant 12 fr. Il a coûté 5 fr. 50 moins cher que le guano du Pérou ; il a donc réalisé une économie de 17 fr. 50 par hectare.

A la ferme impériale de la Grillaire (Sologne), sur une pièce de 5 hect., divisée en parties égales, ces deux engrais ont donné les résultats suivants, à la dose de 250 kil., coûtant : le guano du Pérou, 229 fr., le phospho-guano 205 fr. 87 :

Le guano du Pérou, 115 hect. d'avoine et 6,682 kil. de paille, valant 1,005 fr. 46 c. ;

Le phospho-guano, 111 hect. d'avoine et 6,792 kil. de paille, valant 980 fr. 76 c.

Ici, les différences du prix des engrais et des produits se compensent à 1 fr. 57 près.

Au domaine impérial des Landes, une dépense de 100 fr. pour chaque engrais, mis en comparaison, a donné les résultats suivants en poids, sur une prairie naturelle :

| | kil. de foin. |
|---|---------------|
| Sur 1 hect, avec 100 fr. de fumier de ferme.. | 2.437 |
| — de phospho-guano... | 2.437 |
| — de guano humifère.. | 2.200 |
| — sans engrais..... | 1.155 |

Sur 2 hectares 25 ares, ayant reçu, à la Motte-Beuvron, 250 kilog. de guano du Pérou, coûtant 205 fr. 50, on a récolté 41 hect. d'orge et 3,487 kilog. de paille, valant 593 fr. 60.

Sur la même surface, dans les mêmes conditions, avec 250 kilog. de phospho-guano, coûtant 184 fr. 69, on a obtenu 54 hect. d'orge et 3,456 kilog. de paille, valant 751 fr. 68. Le phospho-guano a donc donné, par l'économie de son prix d'achat et par une plus grande valeur de un tiers de récolte, un bénéfice, par hectare, de 79 fr. 50.

On voit que le phospho-guano, dans ces expériences et sauf un seul cas, s'est montré supérieur au guano du Pérou et qu'il a donné, sur celui-ci, une économie de 22 fr. 28 par hectare, moyenne des quatre expériences précitées.

Ainsi, le guano, beaucoup plus riche en principes azotés qu'en principes phosphatés (ceux-ci étant d'ailleurs peu solubles), peut avoir beaucoup moins d'efficacité que le phospho-guano que l'on s'est attaché à rendre particulièrement riche en principes phosphatés solubles, et quoique celui-ci renferme beaucoup moins de principes azotés.

Ces résultats sont assez remarquables pour engager les agriculteurs français à multiplier les essais du phospho-guano par comparaison avec le guano du Pérou et les autres engrais naturels ou artificiels. Pour toutes les terres et pour toutes les récoltes où du phosphate rapidement soluble sera plus particulièrement utile, le phospho-guano sera la matière fertilisante qu'on devra préférer.

V. — *Conclusions.*

Les faits que nous venons de rapporter peuvent se résumer ainsi :

1° Les engrais n'agissent pas toujours proportionnellement aux principes élémentaires qu'ils renferment; leur efficacité provient surtout des principes immédiats, dans lesquels les corps simples sont engagés;

2° La solubilité des principes immédiats des engrais est une des principales conditions de leur action sur la végétation;

3° Il est très vrai que les principes azotés et phosphatés sont les plus importants dans les engrais; mais toujours ces principes doivent être solubles, et, en outre, ils doivent se trouver entre eux dans un certain rapport, qui dépend des récoltes qu'on se propose d'obtenir, et du sol sur lequel on doit opérer;

4° On peut admettre que, de deux engrais, le meilleur sera généralement celui dans lequel, pour une certaine dose de principes azotés, facilement disposés à fournir de l'ammoniaque ou des azotates, il y aura le plus de phosphates immédiatement ou rapidement solubles, comme cela arrive dans le phospho-guano.

5° Le phospho-guano est environ deux fois plus riche en phosphates immédiatement solubles que les bons superphosphates anglais, et cinq ou six fois plus que les meilleurs guanos du Pérou; c'est de tous les

engrais connus jusqu'à présent, celui qui contient le plus d'acide phosphorique à l'état directement soluble.

6° Les effets que produiront les engrais ne peuvent pas être prévus par leur seul dosage en azote ou en phosphate de chaux tribasique, comme tendent à le faire croire les tables des équivalents habituellement employés.

Ces faits ont la plus grande importance, tant au point de vue de la pratique agricole, qu'au point de vue de la théorie de la nutrition des plantes. Ils sont de nature à jeter un jour nouveau sur la physiologie végétale et, par conséquent, ils devraient être soumis à l'appréciation des hommes de science pure aussi bien qu'à celle des agriculteurs de profession.

J.-A. BARRAL.

DU MATÉRIALISME ET DU SPIRITUALISME

ÉTUDES DE PHILOSOPHIE SCIENTIFIQUE (1)

(Suite).

VI

On doit entrevoir maintenant le vaste ensemble de réflexions, d'inductions, de comparaisons et de généralisations, contenu en germe dans la fresque du Vatican, devant laquelle nous avons commencé par placer le lecteur.

Sorti de nos premières méditations, et dans une seconde visite, nous complétons cette fresque par la pensée; d'abord nous changions de place Epicure, mal à propos mis du côté de Platon, et Zoroastre fort mal placé aussi du côté d'Aristote; ensuite les principaux philosophes du moyen âge et des temps modernes, Thomas d'Aquin et Saint Bernard, Gassendi et Malebranche, Hobbes et Spinoza, Voltaire et Rousseau, Auguste Comte et Hegel, etc., se distribuaient sans peine autour des deux grands chefs; les savants à tendances matérialistes, tels que les alchimistes du moyen âge, Roger Bacon, Gilbert, Paracelse, Buffon, Boërhaave, Condorcet, Cabanis, Bichat, etc., et ceux à tendances spiritualistes, tels que les astrologues, Cardan, Charles Bonnet, Stahl, Herder, Oken, etc., venaient compléter et préciser les deux groupes prin-

(1) Voir la *Presse scientifique* du 16 août.

cipaux; enfin le doux et mélodieux Virgile, sa lyre à la main, idéalisait la philosophie du sentiment, et le grand poète Lucrèce célébrait avec des accents plus mâles le premier essor du génie scientifique.

Voilà sans doute comment cette fresque eût été conçue par notre Poussin, et le peintre philosophe n'eût laissé à désirer dans son œuvre que ce charme sans égal dont Raphaël sait douer ses moindres figures.

Tel est le plan, tel est le tableau que nous nous proposons d'exécuter dans une langue plus variée et plus complète que la langue de la peinture, mais aussi moins énergique et moins nette; dans une langue qui énumère longuement et péniblement ce que le peintre peut grouper.

Ce sont des combats, et des combats qui durent encore, que nous avons à raconter, et si nous n'écrivions pas en vile prose, nous pourrions prendre pour épigraphe : *Arma cano*. Nous n'avons pas, par conséquent, la prétention téméraire de faire adhérer le lecteur à toutes nos appréciations incidentes, non plus qu'à l'ensemble de nos conclusions; mais nous voulons du moins lui offrir une classification simple et méthodique de toutes les opinions humaines, et nous espérons que ce long voyage à travers les systèmes philosophiques et scientifiques sera de quelque utilité, même à ceux qui ne partagent pas les convictions qui nous animent.

Il ne faut donc pas que l'on s'effarouche si, dès le début, nous nous déclarons franchement matérialiste (puisque matérialiste il y a) et si, plus tard, nous formulons nos préférences d'une manière quelque peu tranchante.

Sans doute, il faut viser sans cesse à une stricte impartialité dans ses jugements et peser bien exactement le pour et le contre; mais ce sage système de conduite a toujours été beaucoup plus prôné que pratiqué réellement et il est particulièrement difficile à suivre à une époque militante comme la nôtre; à une époque où le spiritualisme possède le haut du pavé et où, sans l'esprit éclairé et libéral du directeur de cette modeste revue, le présent travail n'aurait pu paraître, car on peut affirmer hardiment que pas un de nos autres recueils périodiques ne l'aurait accepté intégralement. Là est notre première et principale excuse.

D'un autre côté, il nous convenait plus qu'à personne de prendre des allures modestes et dubitatives et de donner une forme mitigée à nos affirmations; mais nous n'avons pas tardé à nous apercevoir qu'en agissant ainsi, en un sujet aussi épineux et aussi multiple, notre travail prenait une étendue exorbitante et perdait une grande partie de la clarté que nous avons pu lui donner ¹.

¹ Si, par exemple, nous voulons dire avec l'un des rédacteurs les plus intelligents et les plus fermes de cette Revue (M. F. Foucou) : *Le spiritualisme, c'est la paresse*, il nous faudra beaucoup de mots pour exprimer la même pensée d'une manière polie, et pour dire que, malgré cela, il y a des philosophes et des écrivains spiritualistes dont nous faisons un cas extrême, etc.

Enfin, nous engageons le lecteur à se défier singulièrement de cet *éclectisme* prudent mais impuissant, sorte de juste-milieu philosophique, qui aspire à tout concilier pour tout exploiter; et à ne pas s'en laisser imposer par ces étalages académiques faits pour jeter de la poudre aux yeux ou pêcher en eau trouble, et desquels ne sort finalement que la glorification du *statu quo* intellectuel. Dans les grandes luttes philosophiques, comme dans les batailles rangées, il faut savoir prendre un parti, défendre résolument son drapeau et mépriser les trans-fuges. Donc nous sommes pour Aristote contre Platon, pour le Lycée contre l'Académie, parce que, tout compensé, nous voyons d'un côté le progrès, de l'autre la rétrogradation intellectuelle. Les quelques réserves que nous aurions à faire ne pourraient qu'embrouiller pour le moment les idées du lecteur; il sera temps de nous expliquer quand nous serons parvenu à faire saisir nettement le développement et la nature du grand conflit qui domine toute l'histoire de l'esprit humain. En attendant, nous ne voyons pas plus de motifs d'hésiter à prendre un parti qu'il n'y en aurait de balancer entre les anciens Grecs et la théocratie persane, entre les Occidentaux et les Turcs au moyen âge, entre les armées protestantes et les armées catholiques au seizième et au dix-septième siècle, et il ne faudrait pas nous pousser beaucoup pour nous faire avancer et prouver que les doctrines de Platon (comme toutes les doctrines indémontrables) mènent tout droit à la Sainte-Inquisition.

VII

Il nous reste, en dernier lieu, à demander grâce, dans une revue consacrée surtout aux sciences pures et appliquées, pour des développements historiques et philosophiques, qu'il est de notre devoir de réduire autant que possible, mais que nous ne pouvons supprimer, bien que, à proprement parler, nous ayons uniquement en vue dans ce travail l'organisation des sciences, leurs relations mutuelles, la cir-conscription du domaine propre à chacune d'elles, leurs empiètements abusifs les unes sur les autres; mais nos digressions apparentes nous conduiront le plus directement possible à notre but principal. Quelques explications à ce sujet, avant d'entrer directement en matière, ne seront toutefois pas inutiles.

D'abord, relativement à nos développements historiques, ce n'est pas aux lecteurs de cette Revue qu'il faut apprendre qu'on ne saurait étudier quoi que ce soit sans un historique préalable de son sujet, et que toute idée vraiment féconde qui se produit à une époque quelconque n'est, en dernière analyse, qu'un prolongement, qu'un résultat des efforts antérieurs de l'esprit humain. Une question bien posée est, comme on sait, à moitié résolue, et les documents qu'offre le passé constituent comme les pièces du procès et suffisent même souvent pour

conduire à la solution cherchée, surtout en matière de philosophie ; il faut envisager l'histoire comme une série de faits ou d'observations qui doivent conduire à des lois et nullement comme une collection d'anecdotes réunies en vue de tuer le temps des oisifs. Nous ne saurions donc éviter d'appeler à notre secours un certain nombre de dates et de noms propres qui sont familiers à nos lecteurs, ne fût-ce même que pour rendre plus intelligibles nos explications abstraites ; peut-être aussi, en suivant cette marche, aurons-nous le bonheur de faire deviner nos conclusions et d'y amener insensiblement l'esprit du lecteur longtemps avant d'être arrivé à la fin de notre course.

En second lieu, les développements philosophiques ne nous sont pas moins nécessaires, car, à l'origine, la science, la philosophie et même la religion sont confondues et elles restent unies plus ou moins intimement pendant une grande portion du passé ; de plus, en quelque discrédit que de faux philosophes ou des penseurs nuageux aient fait tomber de nos jours la philosophie, il ne faut pas oublier qu'on peut dire d'elle, bien plus justement que Bacon ne le disait de la religion, qu'*elle est l'aromate qui empêche la science de se pourrir* ; nos académies ou sociétés savantes sont là pour le prouver. L'esprit philosophique est au fond identique à l'esprit scientifique et ils ne diffèrent réellement qu'en ce que l'un s'occupe surtout de spéculations générales, l'autre de recherches spéciales ; s'il y a encore séparation entre eux aujourd'hui, cela tient à ce que les idées générales ne sont pas assez positives, ni les idées positives assez générales ; mais cette séparation va en s'effaçant de plus en plus, et, dans un prochain avenir, en dépit des spécialistes étroits, l'esprit philosophique et l'esprit scientifique auront acquis l'un la positivité, l'autre la généralité qui leur manquent ; en d'autres termes, la science deviendra philosophique, et la philosophie deviendra scientifique : et c'est là précisément le but principal que poursuit l'école philosophique à laquelle nous avons l'honneur d'appartenir.

VIII

L'histoire de la philosophie occidentale s'ouvre par une école matérialiste, la grande école ionique, appelée aussi *Ecole physicienne*, fondée par Thalès, 600 ans avant Jésus-Christ. L'influence de la science naissante se fait hautement sentir, dès le début, sur cette école, à laquelle Anaximandre et Anaximène impriment une tendance encore plus positive, tendance qui plus tard est mal à propos combattue par Anaxagore disciple d'Anaximène, bien que cet Anaxagore, ait été appelé *le physicien par excellence*. Socrate fut d'abord disciple de l'école ionique, il s'en sépara bientôt, et ce n'est pas ce que cet estimable discours a fait de mieux.

Thalès (de même qu'Anaximandre et Anaximène) cherche dans la nature un *élément* dont tous les êtres sont engendrés et dans lequel ils

doivent se résoudre, et cet élément lui paraît être l'eau. Remarquons dès à présent la différence essentielle entre l'*élément* (στοῖχεον) qui fait l'objet de la recherche de Thalès et le *principe* (ἀρχή, âme, archée), mot que nous allons bienôt rencontrer sur notre route. Donc, Thalès regarde l'eau comme la seule matière ou semence de l'univers; c'est en se raréfiant et en se condensant qu'elle produit tous les corps. A son plus haut degré de dilatation, elle est le feu; à son plus haut degré de condensation, la terre; l'air tient le milieu entre ces deux extrêmes. Quoi qu'en disent nos livres classiques, on ne trouve dans cette cosmogonie aucune mention d'une intelligence créatrice; cette édifiante addition a été faite par Anaxagore.

Anaximandre substitue à la cosmogonie de Thalès une sorte de panthéisme matérialiste, et regarde l'infini comme l'élément créateur des choses. Anaximène abandonne cette hypothèse de l'infini et prend l'air pour élément primordial.

Il faut encore mentionner parmi les philosophes les plus recommandables de cette belle école le *pleureur* Héraclite, qui fut aussi physicien et qui tenta de plus, de même qu'Anaxagore, de sortir du cercle de la philosophie naturelle, en abordant prématurément la philosophie morale, en quoi il est le précurseur de Socrate et de Platon. Héraclite choisit le feu pour *élément*, et c'est de ses transformations, soit qu'il se raréfie, soit qu'il se condense, que naissent toutes choses; en se condensant il devient vapeur; cette vapeur, en prenant de la consistance, se fait eau, l'eau, par l'effet d'une nouvelle condensation, devient terre; dans ce système, le feu n'est pas seulement élément vivificateur, il est aussi agent destructeur, ce qui donne un caractère fort équivoque à ce prétendu *élément*. En ce qui touche la cause première des changements qu'a subis et que doit subir encore l'univers, Héraclite n'en détermine aucune autre que le destin, πάντα γίνεσθαι κατ' αἰμασμένην.

Toutes ces hypothèses font sourire aujourd'hui le moindre bachelier ès-sciences; leur vice essentiel consiste dans cette *unité* illusoire que l'on s'obstine à chercher: chacun s'accordant à ne reconnaître qu'une seule substance élémentaire et disputant à perte de vue sur le choix de cette substance. Sous ce rapport, la doctrine des *quatre éléments* (eau, air, terre et feu) fut un immense progrès; cette doctrine fut développée par Aristote et ébauchée par Empédocle (le seul charlatan qu'ait produit l'école dont nous nous occupons).

Mais, dans toutes ces conceptions, il n'y a rien d'absolument malsain; quel dommage que la science, encore à l'état d'enfance, n'ait pu donner assez de consistance à ces essais de synthèse, et n'ait pu arrêter la maladie métaphysique qui va envahir les meilleurs esprits!

ALPHONSE LEBLAIS.

(La suite au prochain numéro.)

8 NO 65

La SOCIÉTÉ DE LA PRESSE SCIENTIFIQUE, Association pour le progrès des Sciences, des Arts et de l'Industrie, reprendra ses séances, à huit heures du soir, dans la salle de la Caisse d'épargne de l'Hôtel-de-Ville de Paris, le lundi 31 octobre, et les continuera de la manière suivante :

Novembre, mercredi 30; décembre, vendredi 30.

Tout ce qui concerne l'administration de la PRESSE SCIENTIFIQUE DES DEUX MONDES doit être adressé franco au Directeur de la Librairie agricole, rue Jacob, 26, à Paris, et ce qui est relatif à la rédaction, à M. BARRAL, directeur, à ce dernier domicile, ou rue Notre-Dame-des-Champs, 82.

LA

PRESSE SCIENTIFIQUE DES DEUX MONDES

PARAIT

tous les quinze jours, le 1^{er} et le 16 de chaque mois

Des gravures sont intercalées dans le texte toutes les fois que cela est nécessaire.

PRIX DE L'ABONNEMENT

PARIS ET LES DÉPARTEMENTS

Un an..... 25 fr. | Six mois..... 14 fr.

ÉTRANGER

Franco jusqu'à destination

UN AN SIX MOIS

| | | |
|--|--------|------|
| Italie, Suisse..... | 27 fr. | 15 f |
| Angleterre, Belgique, Égypte, Espagne, Grand-Duché de Luxembourg, Pays-Bas, Turquie..... | 29 | 16 |
| Allemagne (Royaumes, Duchés, Principautés, Villes libres), Autriche.... | 30 | 17 |
| Colonies françaises..... | 32 | 18 |
| Brésil, Iles Ioniennes, Moldo-Valachie..... | 34 | 19 |
| États-Romains..... | 37 | 20 |

Franco jusqu'à leur frontière

| | | |
|--|----|----|
| Grèce..... | 29 | 16 |
| Danemark, Portugal (voie de Bordeaux ou de Saint-Nazaire), Pologne, Russie, Suède..... | 30 | 17 |
| Buénos-Ayres, Canada, Californie, Confédération-Argentine, Colonies anglaises et espagnoles, États-Unis, Iles Philippines, Mexique, Montévidéo, Uruguay..... | 32 | 18 |
| Bolivie, Chili, Nouvelle-Grenade, Pérou..... | 39 | 21 |

Le prix de chaque Livraison, vendue séparément, est de 1 fr. 25 c.

On s'abonne à Paris, à la **LIBRAIRIE AGRICOLE**, rue Jacob, 26, aux publications suivantes :

JOURNAL D'AGRICULTURE PRATIQUE

Publié le 3 et le 20 du mois, par livraisons de 64 pages in-4^o, avec de nombreuses gravures noires et deux gravures coloriées par mois. La réunion des livraisons forme tous les ans deux beaux volumes in-4^o, contenant 1344 pages, 250 gravures noires et 24 gravures coloriées.

PRIX DE L'ABONNEMENT D'UN AN : 19 FR.

(Les abonnements commencent en janvier et finissent en décembre).

REVUE HORTICOLE

JOURNAL D'HORTICULTURE PRATIQUE

Fondé en 1829 par les auteurs du *BON JARDINIER*

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE M. BARRAL

Rédacteur en chef du JOURNAL D'AGRICULTURE PRATIQUE

Par MM. Boncenne, Carrière, Du Breuil, Grønland, Hardy, Martins, Naudin, Pépin, et

Parait le 1^{er} et le 16 du mois, et forme tous les ans un beau vol. in-8^o, de 630 pages et 24 gravures color.

PRIX DE L'ABONNEMENT D'UN AN : 18 Fr.

(Les abonnements commencent en janvier et finissent en décembre)

| | | | |
|--|--------|--|--------|
| France, Algérie..... | 18 fr. | Colonies françaises, anglaises, espagnoles, | |
| Italie, Portugal, Suisse..... | 19 | Etats-Unis, Mexique..... | 23 fr. |
| Allemagne, Angleterre, Autriche, Belgique, | | Brésil, Moldo-Valachie, Iles Ioniennes | 24 |
| Egypte, Espagne, Grèce, Pays-Bas, Polo- | | Etats pontificaux..... | 27 |
| gne, Turquie, Russie, Suède..... | 21 | Bolivie, Chili, Pérou..... | 27 |

EN VENTE A LA LIBRAIRIE AGRICOLE, RUE JACOB, 26, A PARIS

LE BON FERMIER AIDE-MÉMOIRE DU CULTIVATEUR

PAR BARRAL

RÉDACTEUR EN CHEF DU JOURNAL D'AGRICULTURE PRATIQUE

2^e Édition.

1 vol. in-18 de 1430 pages et 200 gravures. — 7 fr.

COURS D'AGRICULTURE

PAR DE GASPARIN

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, ANCIEN MINISTRE DE L'AGRICULTURE

Six vol. in-8 et 233 gravures. — 39 fr. 50

Le tome VI et dernier n'a paru qu'en 1860. Il est terminé par une table analytique et alphabétique des matières contenues dans l'ouvrage complet.

MAISON RUSTIQUE DU XIX^e SIÈCLE

Avec plus de 2,500 gravures représentant les instruments, machines et appareils, races d'animaux, arbres, arbustes et plantes, serres, bâtiments ruraux, etc

Cinq volumes in-4^o, équivalant à 25 volumes in-8^o ordinaires

TOME I. — AGRICULTURE PROPREMENT DITE

TOME II. — CULTURES INDUSTRIELLES ET ANIMAUX DOMESTIQUES — TOME III. — ARTS AGRICOLES

TOME IV. — AGRICULTURE FORESTIÈRE, ÉTANGS, ADMINISTRATION ET LÉGISLATION RURALES

TOME V. — HORTICULTURE, TRAVAUX DU MOIS POUR CHAQUE CULTURE SPÉCIALE

Prix : Un volume, 9 fr. — Les cinq volumes, l'ouvrage complet, 39 fr. 50

Toute demande de livres publiés à Paris, et accompagnée du prix de ces livres, en un bon de poste, est expédiée sur tous les points de la FRANCE et de l'ALGERIE, franco, au prix marqué dans les catalogues, c'est-à-dire au même prix qu'à Paris. — Les commandes de plus de 50 francs sont expédiées franco et sous déduction d'une REMISE DE DIX POUR CENT.

Paris. — Imprim. Dubuisson et C^o, rue Coq-Héron, 5. — (6208)